

Fig. 30. Dschtt. Ein plasmogamisches Paar mit beginnender Rückbildung der Primärkerne (*p*), Zerfall des Chromidium und Bildung von Sekundärkernen (*s*) für Microamöben.

Copulationen.

Fig. 31. Dschtt. *a* Copula zweier Tochtertiere, *b*, *c* die atrophischen Reste der Muttertiere.

Fig. 32. Dschtt. Wiederholte Copulation zwischen einer Copula mit Caryogamie (*a*) und einer Copula vor der Caryogamie (*b*), *c* die leere zu *b* gehörige Schale.

Fig. 33. Normale Copula, *a* der aktive, *b* der passive Copulant.

Fig. 34. Dschtt. Unvollkommene Copula mit getrennten, in Rückbildung begriffenen Kernen (*p*) und in Kügelchen zerfallenem Chromidium.

Fig. 35. Dschtt. Copula mit beginnender Caryogamie und zahlreichen Kiesel-splittern, *a* außerhalb der Schale zurückgebliebener und zerfallender Plasmarest.

Fig. 36. Heteropole Copulation, *a* der aktive, *b* der passive Copulant.

Fig. 37. Dschtt. Wiederholte Copulation zwischen einer Copula *a* mit beginnender Caryogamie und einer einfachen Diffugie *b*.

Tafel 9.

Fig. 38. Normale Copulation, *ps* Pseudopodien.

Fig. 39. Dreiergruppe von zwei passiven Copulanten (*a*, *b*) und einem aktiven Copulanten (*c*).

Fig. 40. Wiederholte Copulation in einer Dreiergruppe, *ab* erste, *bc* zweite Copulation.

Fig. 41. Dreiergruppe in einer Linie, *ab* normale Copulation, *bc* abnorme Copulation an den aboralen Polen, *b* der aktive Copulant.

Fig. 42. Heteropole Copulation, *a* der aktive, *b* der passive Copulant.

Fig. 43. Normale Copula, *a* der passive, *b* der aktive Copulant mit zwei aboralen Öffnungen (*d*), *c* leere kleine Schale.

Fig. 44. Eine Diffugie, mit ihren Pseudopodien eine leere Schale umklammernd.

Fig. 45. Eine Diffugie, die eine halbleere Schale angebohrt hat und mit zwei Pseudopodien in sie eindringt, *x* abgestorbener Plasmarest.

SARHAGE, H., 1916. 13ber die Organisation und den Teilungsvorgang des Flaschentierchens (*Folliculina ampulla*). Arch. Protistenk. 37, 139-174

Nachdruck verboten.

Übersetzungsrecht vorbehalten.

Über die Organisation und den Teilungsvorgang des Flaschentierchens (*Folliculina ampulla*).

Von

Dr. Heinrich Sahrhage,

ehem. Assistenten am Zool. Institut der Universität Kiel.

(Hierzu Tafel 10 u. 11).

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit bildet einen für sich selbständigen Teil meiner Inaugural-Dissertation über „Bodenprotozoen der Kieler Bucht“, die ich vom Herbst 1913 bis zum Frühjahr 1915 unter Anleitung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Geh.-Reg. Rat Professor Dr. K. BRANDT, im Zoologischen Institut der Universität Kiel ausgeführt habe. Sie ist im wesentlichen faunistisch-systematisch-morphologisch orientiert. Es sind darin 64 bodenbewohnende Protozoenarten (11 Amöben, 3 Heliozoen, 46 Ciliaten, 4 Suctorien) — zum Teil von K. MÖBIUS, H. LOHMANN u. a., zum Teil von mir in der Kieler Förde gefunden — unter Angabe ihrer Synonyme und sämtlicher mariner Fundorte mit ihrer genauen Artbeschreibung aufgeführt. Zwar ist die Mehrzahl dieser Arten bereits von irgendwelchen anderen Fundorten her bekannt, doch vermochte ich bei vielen von ihnen die vorliegenden Beobachtungen richtigzustellen und zu ergänzen, wobei mir namentlich die Vitalfärbung ausgezeichnete Dienste leistete. Die Untersuchung lebenden Materials stand durchaus immer im Vordergrund.

Einer der interessantesten Ciliaten unserer Förde ist *Folliculina ampulla*, das Flaschentierchen, dem ich dank überreich gewonnenen

Materials eingehendere Studien widmen konnte, die im folgenden ausführlich darzulegen sind. Eine kurze Rekapitulation meiner Materialbeschaffungs- und Arbeitsmethoden wird als Einleitung dazu willkommen und zum Verständnis der Untersuchungsbedingungen notwendig sein.

Die Materialbeschaffung ist meist das Schwierigste, was bei der Untersuchung lebender Bodenprotozoen des Meeres zu überwinden ist. Nach längerem Herumexperimentieren kam ich zur Anwendung einer „Glasplattenmethode“, die sich im Verfolg meiner Arbeit stets sehr gut bewährte. Man stößt in der Literatur wiederholt auf Angaben, daß mittels in das Wasser eingeführter Glasplatten die Protozoen „anzulocken“ und auf diesen zu „konzentrieren“ seien. So haben sich A. GRUBER (Die Protozoen des Hafens von Genua. Nova Acta Akad. Leop. Carol. 46, 1884), K. MÖBIUS (Bruchstücke einer Rhizopodenfauna der Kieler Bucht. Abh. d. kgl. Akad. d. Wiss. Berlin, 1888), F. SCHAUDINN (Über die Kopulation von Actinophrys sol. Sitzungsber. d. Berl. Akad., 1896) u. a. Material verschafft. Ich führte diese Methode mit Objektträgern durch, die ich mit Hilfe eines nach MÖBIUS' Angaben (a. a. Orte) modifizierten und vervollkommenen Stangenapparates in die Tiefe des Hafens versenkte. MÖBIUS schraubte einfach einen mit Blei beschwerten Holzklötz an eine lange Latte und steckte in Sägeschnitte desselben die Glasplatten hinein. Ich brachte statt des Klotzes eine Querstange an der unten zugespitzten Latte an, und stellte die Gläser wagrecht, statt senkrecht, um sie vor dem Zerbrechen zu schützen, denn die Latte wurde mit ihrer Spitze bis an die Querstange in den Boden hineingestoßen, sodaß die Glasplatten sich eben oberhalb desselben befanden. Der ganze Apparat wurde unter Brücken an Pfählen befestigt; bei MÖBIUS pendelte er frei im Wasser.

Wo es — wie an der Außenförde oder im freien Fahrwasser — an geeigneten Brücken, resp. an solchen überhaupt, mangelte, mußte ich eine indirekte Methode zur Anwendung bringen, nämlich Material (Bodensatz, Pflanzen, Tiere . . .) vom Grunde des Meeres heraufholen und der Ruhe im Aquarium überlassen, wobei sich gar bald — infolge einsetzender rascher Vermehrungstätigkeit und Zusammengehaltenwerdens auf engem Raum — eine sehr reichhaltige Protozoenfauna entwickelt. Ich verwandte dazu einen im Institut vorhandenen, von V. HENSEN konstruierten „Bodenschlitten“, eine modifizierte Dredge, die auf einer etwas konkaven Eisenplatte, deren vorderer Rand sich je nach Handhabung der Zugleinen mehr oder weniger in den Boden eingräbt, über diesen dahingezogen wird. In die Aquarien hängte

ich ebenfalls Glasplatten (Objektträger) hinein, die einfach in eingesechnittene Korke geklemmt wurden und je nach deren Größe und Tragfähigkeit an der Oberfläche schwammen, oder derart im Wasser schwebten, daß sie den Boden des Aquariums stehend berührten.

Einige Wochen müssen die Platten wenigstens im Hafen oder im Aquarium verblieben sein, ehe eine nähere Untersuchung sich lohnt. Man findet dann einen mehr oder weniger dichten Besatz von mikroskopisch kleinen Algen, Diatomeen, Detritusteilchen und dgl., der von einer oft sehr reichhaltigen, zuweilen auch mehr einförmigen, Protozoenfauna bevölkert ist. Nicht nur festsitzende Formen (Vorticellen, Zoothamnien, Cothurnien, Folliculinen, Suctorien . . .) und auf der Unterlage kriechende Organismen (Amöben, Biomyxen, gewisse Foraminiferen . . .) sondern noch viel mehr freischwimmende Ciliaten (Holo- Hypo- und Heterotriche) sind an der Zusammensetzung derselben beteiligt. Eigentliche pelagische Formen (Tintinnen, Flagellaten . . .) setzen sich jedoch an die Glasplatten im allgemeinen nicht. Jene erranten Ciliaten sind wohl durch den Nahrungstrieb oder andere Beeinflussungen an den Boden gebunden, so daß sie sich durchweg nur in der unmittelbar über diesem befindlichen Wasserschicht aufhalten. Vereinzelt werden sie durch den Auftrieb des Wassers auch in höhere Schichten und selbst bis an die Oberfläche gebracht, wie gelegentliche Fänge derselben von STEIN (140, p. 269), LEVANDER (81, p. 94) u. a. mit pelagischen Netzen beweisen. Das gilt selbst für so typische Bodenformen wie die Amöben, deren LOHMANN im freien Wasser der Ostsee und des Mittelmeeres eine ganze Anzahl fing. Auch sämtliche festgewachsenen Protozoen weisen in irgendeiner Periode ihres Lebens freischwimmende Entwicklungsstadien auf, die der Ausbreitung ihrer Art dienen, so besitzt natürlich auch *Folliculina ampulla* errante Jugendformen.

Die Tatsache, daß auch die Bodenprotozoen im Wasser mit Hilfe des Auftriebs emporsteigen können, bildet die Voraussetzung der Anwendbarkeit der Glasplattenmethode, denn die Gläser können nicht in den Boden eingeführt werden, brauchen ihm auch nicht aufzuliegen. Vielmehr werden sie ohne weiteres von Bodenformen bevölkert, wenn sie ein geraumes Stück über dem Boden schweben oder gar (wie in den Aquarien) an der Wasseroberfläche schwimmen. Die „Anlockung“ besteht nun einfach darin, daß den im Wasser suspendierten Protozoen eine Ansatzfläche geboten wird, auf deren Algen-, Detritus- und Bakterienbelag sie zugleich Nahrung finden. Die „Konzentrierung“ erfolgt leicht durch ihre rasche weitere Vermehrung, denn ein Verlassen der Platten findet selten statt, da das

Pelagischwerden von Bodenformen eben nur eine Ausnahme ist. Das Festhalten derselben auf den Glasplatten scheint durch thigmotaktische Anziehung erleichtert zu werden. Anders vermag ich mir die Tatsache nicht zu erklären, daß die Protozoen sich auch an den senkrecht hängenden Platten, und selbst bei ihrer Herausnahme aus dem Aquarium und der Überführung in andere Gefäße, halten. (Vgl. A. PÜTTER, Studien über Thigmotaxis bei Protisten. Arch. f. Anat. u. Phys. Abt. Phys. 1900, Suppl.) Wichtig scheint hierbei die Glätte der Glasplatten aufhebende Detritusbelag zu sein, denn bei einigen Kontrollversuchen in Süßwasser, wobei dieser ausblieb, erhielt ich negative Resultate. Man findet auf den Platten — für diese Kleinorganismen ganze „Welten für sich“, in denen sie sich ungestört ernähren, entwickeln und vermehren können — die verschiedenen Arten, wenn überhaupt, so zugleich im allgemeinen in großer Individuenzahl. Auf diese Weise erhielt ich ein überreiches Material, besonders von *Folliculina ampulla* und hatte zugleich die beste Gelegenheit, ihre Teilungsvorgänge zu verfolgen, die fortwährend auf den Platten vor sich gingen. Die erranten Jugendformen, deren Freibeweglichkeit, soweit ich sie beobachten konnte, überhaupt nur nach Stunden zählte, verließen ihre Glasplatte selten, setzten sich vielmehr unter Gehäuseabscheidung auf dieser wieder fest.

Da ich die Plattenmethode, wie schon erwähnt, mit Objektträgern durchführte, die ich nachher direkt unter das Mikroskop bringen konnte, war es möglich, die Protozoen auch bei ihrer Untersuchung gewissermaßen in ihren „natürlichen Lebensbedingungen“ zu erhalten. Das ist von ganz besonderer Bedeutung für derartig empfindliche Organismen wie *Folliculina ampulla*, deren Beobachtung von jeher für eine der schwierigsten Aufgaben bei der Erforschung der Bodenprotozoen galt. Die Lebenduntersuchung ist zu einem Verständnis der gesamten Organisation unbedingt erforderlich, — ganz davon abgesehen, daß eine brauchbare Konservierung des Weichkörpers früher überhaupt nicht gelungen war. Die Folliculinen leben auf Algen, Steinen, Pfahlwerk . . ., und ein Ablösen ihrer Hüllen von der Unterlage, mit der sie verwachsen sind, ist nur selten ohne Beschädigung möglich, da sie, ebenso wie die Weichkörper, äußerst leicht verletzlich und gegen jede Berührung empfindlich sind. So erscheint die Glasplattenmethode, welche es ohne weiteres gestattet, die Tierchen mitsamt ihrer Unterlage unter das Mikroskop zu bringen, überhaupt als die einzig anwendbare.

Infolge der Schwierigkeit von Lebenduntersuchungen beschränken sich die meisten der früheren Untersucher des Flaschentierchens auf

das Studium des Gehäuses, oder stellen doch dieses durchaus in den Vordergrund. STEIN (140) und MÖBIUS (95) sind die einzigen, die sich ausführlicher auch in die Erforschung des Weichkörpers einlassen; letzterer genoß allerdings schon die wesentliche Hilfe der Glasplattenmethode, wohingegen STEIN noch die einzelnen Individuen von Spirorben und Algen isolieren und auf den Objektträger übertragen mußte, um sie unter das Mikroskop zu bringen. Daher hat er auch nur sehr wenige Exemplare untersuchen können, und selten boten sie sich ihm in geeigneter Stellung dar, um eine genauere Erforschung ihrer Organisation zu gestatten. Um so höher sind seine Ergebnisse einzuschätzen, denn diese verlangt „einen außerordentlich großen Aufwand an Zeit, Geduld und Begriffsvermögen“. STEIN klagt ferner über die „Scheuheit und Empfindlichkeit“ der Tierchen, die sich unter dem Mikroskop nicht ausstrecken wollen und bei der geringsten Erschütterung in ihre Hüllen zurückfahren. Das wird natürlich vermieden, wenn man die Original-Glasplattenkulturen unter das Mikroskop bringt und so die Folliculinen in ihrer gewohnten natürlichen Umgebung beläßt. Notwendig ist auch eine genügende Wasserbedeckung und selbstverständlich eine Untersuchung ohne Deckglas. Dennoch ziehen sich die Tierchen oft nach längerem Verweilen unter dem Mikroskop völlig und dauernd in ihre Hüllen zurück, was MÖBIUS durch „respiratorische Unbehaglichkeiten“ erklären will, als dessen Ursache ich aber vielmehr eine Anreicherung des Salzgehaltes auf den Platten durch den fortdauernden Ersatz des abgedunsteten Seewassers ansehen möchte, kann doch sogar die Konzentration bis zum Niederschlag von Salzkristallen ringsum an den Plattenrändern steigen. Ich habe mit Erfolg diesem Übel dadurch vorgebeugt, daß ich zum Ersatz der Abdunstung nicht wieder Seewasser, sondern destilliertes Wasser oder Wasserleitungswasser nahm. Die meisten anderen Protozoen sind in dieser Beziehung übrigens viel weniger empfindlich. Hinzuzufügen ist, daß mir auch die Konservierung des Weichkörpers in befriedigendem Maße gelungen ist, indem nämlich die ganze Glasplattenkultur schnell in eine mit FLEMMING'schem Gemisch (1 g Chromsäure, $\frac{1}{2}$ g Osmiumsäure, 6 ccm Eisessig, 120 ccm Wasser) oder mit Pikrinessigsäure (100 ccm konz. wäss. Pikrinsäurelösung, 200 ccm Wasser, 3 ccm Eisessig) gefüllte Petrischale übertragen wurde. Auch die Weiterbehandlung (Färbung mit Boraxkarmin) erfolgte in wagerechter Haltung in Petrischalen. Das Konservierungsgemisch durchdringt sehr schnell Hülle und Tier, wenn auch letzteres natürlich niemals in ganz ausgestrecktem Zustande zu fixieren war. Die Hülle wird in Nelkenöl

fast vollständig durchsichtig. Somit hoffe ich denn, alle Material- und Beobachtungsschwierigkeiten behoben zu haben, und es dürfte eine Nachprüfung und Ergänzung meiner Untersuchung leicht möglich sein, so daß wir bald die Kenntnis der Gattung *Folliculina* auf eine ebenso hohe Stufe gebracht sehen können, wie die der nahe verwandten Stentoren.

I. Systematisches und Allgemeines.

Die Gattung „*Folliculina*“ ist im Süßwasser nicht vertreten, aber im Meere durchaus kosmopolitisch verbreitet und besonders in der einen Art „*Folliculina ampulla*“ überaus häufig. Diese ist daher schon lange bekannt und wegen ihres eigenartigen Habitus von vielen Untersuchern mariner Bodenprotozoen auf ihre Organisation zu erforschen versucht. Obgleich seit der Entdeckung des „Flaschentierchens“ durch den dänischen Zoologen O. F. MÜLLER (99) jetzt nahezu 130 Jahre vergangen sind, ist es doch nicht gelungen, dieses Ziel in vollem Umfange zu erreichen. Das liegt in den bei der einleitenden Besprechung der Untersuchungstechnik näher erörterten Umständen begründet. Nur allzu oft hat man falsch oder mangelhaft beobachtet, oder aber aus seinen Ergebnissen falsche Schlüsse gezogen. Das kommt zunächst in der Systematik der Gattung zum Ausdruck, da auch noch die große Variationsbreite dieser gehäusobewohnenden Organismen in Betracht zu ziehen ist, die etwa jener der Cothurnien entspricht. Ihr ist es einerseits zuzuschreiben, wenn WRIGHT (152) und andere eine Aufspaltung in allzu viele Arten vornehmen, oder wenn MÖBIUS (95) andererseits überhaupt nur eine einzige Art in der ganzen Gattung anerkennen will. In der nachfolgenden Tabelle habe ich alle Funde von *Folliculina* in chronologischer Reihenfolge zusammengestellt. Es handelt sich dabei zu meist um Synonyma der häufigsten Art *Foll. ampulla*; die Namen anderer Arten sind in Paranthese hinzugefügt. Vorkommen in der Kieler Bucht sind durch Sperrdruck kenntlich gemacht.

Synonymen- und Fundortstabelle.

Vorticella ampulla MÜLLER (99), Öresund, 1786.

Folliculina ampulla LAMARCK (77), 1816.

(L. rechnete *Foll. amp.* mit MÜLLER's *Vort. vaginata*, in Wahrheit einem *Tintinnus*, und *Vort. folliculata*, einer Cothurnie, zu den Rädertieren.)

Folliculina ampulla BORY DE ST. VINCENT (7), 1824.

(B. trennt *Foll. amp.* von den Vorticellen ab.)

(*Vaginicola spec.?* EHRENBERG (30 p. 296) 1838, unbeobachtet.)

Lagotia viridis, hyalina, atropurpurea, (producta, stylifer), WRIGHT (152), Schottische und Irische Küsten, 1858.

Freia ampulla, aculeata, (elegans) CLAP. LACHM. (19), Norwegische Küsten, 1858/61.

(Hierher jedenfalls auch die von denselben Forschern aufgestellte Art *Cothurnia boeckii*.)

Freia americana LEIDY (79), Nordamerikan. Ostküste, 1859. (Nach STEIN mit *Foll. amp.* identisch.)

Freia (obstretica) WRIGHT, in einer späteren Arbeit von 1862.

Freia aculeata MEYER u. MÖBIUS (92), Kieler Bucht, 1865.

Freia ampulla, (elegans), STEIN (140), Ostsee bei Wismar, 1867. (St. zählt die Gattung *Freia* zu den heterotrischen Infusionstierchen.)

Freia (elegans), GRIMM (55), Finnischer Meerbusen 1877.

Freia ampulla, MERESCHKOWSKY (90), Weißes Meer, 1877.

Folliculina ampulla, (elegans, producta, hirundo, boltoni), KENT (72), Kanalinseln, 1880/82.

(K. will *Foll. boltoni* im Süßwasser beobachtet haben; eine sehr zweifelhafte Form.)

Freia (mit mehreren Arten) GIARD (43), 1883 wo? (Völlig unzugängliche Arbeit, 2 p., 1 Taf.)

Freia (elegans), GRUBER (61), Hafen von Genua, 1884.

Freia ampulla (elegans), ENTZ (34), Golf von Neapel 1884.

Folliculina ampulla, REES (115), Holländische Küste, 1884.

Folliculina (elegans) FABRE-D. (35), Concarneau 1885.

Folliculina ampulla, PEREJASL. (104), Schwarzes Meer, 1885.

Folliculina ampulla, MÖBIUS (93, 95, 97), Kieler Bucht bis zum Belt, 1886/88.

Folliculina ampulla, (elegans), LEVANDER (81), Finnische Gewässer, 1894.

Folliculina ampulla, VANHÖFFEN (145), Küste von Grönland. 1898.

Folliculina ampulla, (melitta, telesto), LAACKMANN (74), Antarktis, Australien, Sumatra, 1910.

Folliculina expansa, KRAMP (73), Grönland 1911. (Nach DONS mit *Foll. amp.* identisch.)

Folliculina ampulla, (spirorbis, melitta, telesto), DONS (26), Norwegische Küste, Adria, 1912.

Folliculina ampulla, (elegans), SAHRHAGE, Kieler Bucht, 1915.

In dieser Tabelle spiegelt sich die fortschreitende Entwicklung unserer Kenntnis der Flaschentierchen wieder. Da MÖBIUS in seiner eingehenden Arbeit (95) einen historischen Rückblick gibt, kann ich mich in dieser Beziehung kurz fassen, doch ist seine oben schon erwähnte Ansicht, daß die ganze Gattung nur eine einzige Art umfasse, unhaltbar und fordert zu einer Kritik heraus.

Die ältesten systematischen Auffassungen der Folliculinen muten uns zwar jetzt recht seltsam an, sind aber doch in dem damaligen Stande der Protozoenforschung durchaus begründet, und der Gattungsname LAMARCK's hat — obwohl später vielfach umstritten — das Recht der Priorität vollauf in Anspruch zu nehmen. Die ersten tatsächlichen Beobachter von Flaschentierchen nach der Entdeckung durch O. F. MÜLLER waren CLAPARÈDE et LACHMANN und WRIGHT, unabhängig voneinander an der norwegischen, beziehungsweise britischen Küste. Sie stellten besondere Gattungen auf, jene „*Freia*“, dieser „*Lagotia*“, da ihnen von älteren Beobachtungen nichts bekannt war. Jene aber mutmaßten schon die Verwandtschaft ihrer Organismen mit den Stentorinen, letzterer stellte sie dagegen in die Nähe der Vaginicolen. Nach der Peristomlappenform, der Farbe und Gestalt von Tier und Hülse, unterschieden beide mehrere Arten. Von diesen sind CLAPERÈDE-LACHMANN's *Freia ampulla*, *aculeata* und WRIGHT's *Lagotia viridis*, *hyalina atropurpurea* sicher mit MÜLLER's *Vorticella ampulla* identisch, wenn man die erwähnte Variationsbreite berücksichtigt. Dagegen sind vielleicht *Freia elegans*, eine kleinere, zierlichere, beweglichere Form, und *Lagotia producta*, deren Hülsenhals aus einer großen Zahl von Ringelgliedern besteht, und deren Peristomlappen entsprechend lang und zungenförmig ausgezogen sind, als besondere Arten anzusprechen. Eine weitere WRIGHT'sche Art, *Lagotia stylifer*, ist sehr unsicher, denn sie beruht nur auf einem einzigen halbsichtbaren Individuum, dessen einer, schmal spatelförmiger, Peristomlappen in einen fadenförmigen Griffel auslief, und ist auch niemals wieder beobachtet worden. In einer späteren Arbeit beschrieb WRIGHT nochmals eine neue Art, für die er aber den CLAPERÈDE'schen Gattungsnamen annahm, die *Freia obstretica*; ich vermag nicht zu sagen, ob diese wirklich eine besondere Spezies darstellt, da mir die betreffende Arbeit nicht zugänglich war. Dagegen wird die von LEIDY beschriebene *Freia americana* von STEIN ohne weiteres zu *Freia ampulla* gezogen. Dieser letztgenannte Forscher erkennt überhaupt nur zwei Arten an, *Freia ampulla* und *Freia elegans*; er führte die erste spezielle Untersuchung dieser Gattung aus und stellte sie in richtiger Erkenntnis der Organisationsverhältnisse nebst den Stentoren end-

gültig zu den Heterotrichen. KENT vermehrte wiederum die Artenzahl, indem er gerechtermaßen die WRIGHT'sche *Folliculina producta*, ungerechtermaßen seine *Foll. stylifer* wieder einsetzt, sowie als neu dazu *Foll. hirundo* und *Foll. boltoni* beschreibt, jene mit schwalbenschwanzähnlichem Peristom, diese mit ungleich großen, gerundeten Lappen und angeblich im Süßwasser vorkommend. Beide wurden seither nicht wieder beobachtet, und letztere ist überhaupt als hierhergehörige Spezies kaum anzuerkennen, stellt wohl vielmehr eine schlecht beobachtete *Vaginicola* dar, der das Gehäuse nach KENT's eigener Angabe völlig gleicht. Dasselbe gilt auch wohl für BARRETT's „gehäusebewohnende Stentoren“ des Süßwassers (5, 1870), so daß tatsächlich bis heute ausschließlich marine Funde der Gattung *Folliculina* vorliegen. Für die Priorität dieses LAMARCK'schen Gattungsnamens sprach sich übrigens auch KENT zuerst aus, doch setzte er sich erst allmählich bei den späteren Forschern durch. Lange Zeit wurden jetzt nur die beiden weitest verbreiteten Arten beobachtet, *Foll. amp.* und *Foll. elegans*, die allerdings sehr ungleich häufig sind. Alle Forscher, die überhaupt Folliculinen beobachteten, nennen *Foll. ampulla* in erster Linie, und wenn sie, wie GRIMM, GRUBER, FABRE-DOMERGUE, nur *Foll. elegans* anführen, so kann das auch ebensowohl auf falscher Artbestimmung beruhen, — gerade jene drei beschreiben die gefundenen Exemplare nicht, sondern machen sie nur in der systematischen Aufzählung der von ihnen beobachteten Protozoen namhaft. Sicher unterscheiden lassen sich die beiden Arten nur, wenn man sie nebeneinander zu beobachten Gelegenheit hat. ENTZ hat bei reichlichem Vorkommen von *Foll. ampulla* ein einziges Exemplar von *Foll. elegans* (pelagisch an einem Holzsplitter im Golf von Neapel) angetroffen, und auch ich habe unter Tausenden von Individuen der *Foll. ampulla* nur einmal (im November 1914) ein kleineres, zierlicheres und lebhafteres Exemplar, angeheftet und treibend an einem Algenfädchen, auf einer meiner Glasplatten gefunden, das ich wohl als *Foll. elegans* ansprechen möchte. Der Habitus stimmte mit der Zeichnung von STEIN (Taf. XII Fig. 1) wohl überein, aber leider war das Tier so beweglich, daß es sich nicht zeichnen ließ. Jedenfalls möchte ich die *Foll. elegans*, wenn sie auch selten auftritt, da sie von den verschiedensten Forschern und konstant neben *Foll. ampulla* beobachtet wurde, für eine gesicherte Art halten. Die wiederholt erwähnte MÖBIUS'sche Ansicht, nur die Spezies *Foll. ampulla* anzuerkennen, scheitert übrigens völlig an den ganz neuerdings erfolgten Funden von zweifellos neuen Arten. So hat H. LAACKMANN (74, 1910) auf der Deutschen Südpolarexpedition neben *Foll.*

ampulla eine *Foll. melitta* auf *Sertularella antarctis* und eine *Foll. telesto* auf *Telesto multifera* (auch in Südwest-Australien und Sumatra) gefunden, so beschreibt ferner C. DONS (26, 1912) von der norwegischen Küste gleichfalls diese beiden Arten nebst einer dritten neuen *Foll. spirorbis*. Letztere könnte allerdings wohl mit der WRIGHT'schen *Foll. producta* identisch sein, wenn man die der englischen Infusorienforschung anhaftende ungenaue Beobachtungsweise berücksichtigt; leider wurden nur die Hülzen, nicht auch die Weichkörper von DONS beobachtet.

Nach dem augenblicklichen Stande unseres Wissens sind also folgende Arten der Gattung *Folliculina* anzunehmen: *F. ampulla* LAMARCK (Taf. 10 Fig. 1), *F. elegans* CLAP.-L. (Taf. 10 Fig. 2), *F. producta* WRIGHT (? = *F. spirorbis* DONS) Taf. 10 Fig. 4, 3), [*F. hirundo* KENT (Taf. 10 Fig. 5)?], *F. melitta* LAACKM. (Taf. 10 Fig. 7), *F. telesto* LAACKM. (Taf. 10 Fig. 6). Nur die ersten beiden sind aus der Kieler Bucht bekannt geworden; *F. ampulla* ist hier ein recht gemeines Infusor. Schon MEYER und MÖBIUS (92, p. 16) erwähnen es 1865 in der Einleitung zu ihrer „Fauna der Kieler Bucht“; MÖBIUS fand es später (95, 97) bei seinen eingehenden Untersuchungen unserer Förde auf ihre Protozoenfauna in größerer Menge am Pfahlwerk des Hafens und auf den ausgesetzten Glasplatten, auf Seegras und größeren Algen bis zur Region des toten Seegrases, und er verfolgte es nordwärts bis in den kleinen Belt hinein. Ich konstatierte es gleichfalls auf Pfahlwerk und mit Spirorbengehäusen besetztem *Fucus vesiculosus*, jedoch führte ich meine Untersuchungen ausschließlich an den Exemplaren durch, welche meine Glasplatten (aus dem Hafen direkt, wie aus Aquarien) in oft erstaunlicher Menge bevölkerten und sich hierauf enorm rasch vermehrten.

2. Die Organisationsverhältnisse.

Folliculina ampulla ist ein biologisch äußerst interessantes Infusor, da es seiner ganzen Organisation nach eine vollendete Anpassung an die festsitzende Lebens- und strudelnde Ernährungsweise darstellt. (Beides ist ja wieder durcheinander bedingt). Es ist eine schützende Hülse ausgebildet, in die sich das in extremster Weise kontraktile Tier völlig zurückziehen kann; andererseits ist ein ausstülpbarer Strudelapparat vorhanden mit mächtigen, eiförmigen, lanzettlichen, langen oder kurzgerundeten Peristomflügeln, deren wirbelnd bewegter Wimperbesatz das Wasser

der Umgebung zu heftigen Strömungen veranlaßt, und die davon ergriffenen Nahrungsteilchen in den trichterförmigen Schlund hinein befördert. Dabei bleibt *Folliculina* ihrer gesamten Organisation nach eine echte Stentorine und läßt sich von der nahe verwandten Gattung *Stentor* entwicklungsgeschichtlich ohne Schwierigkeiten ableiten.

Schon bei *Climacostomum* gibt sich die Tendenz der Peristomfläche zu erkennen, sich allmählich als eine Art Stirnfläche senkrecht zur Körperachse einzustellen und gleichzeitig in eine Breitenentwicklung einzutreten. Bei der Gattung *Stentor* ist das ja typisch ausgebildet, wobei zugleich die adorale Zone sich zu einem vollständigen Schraubenumlauf verlängert. Die primitive Art *Stentor auricula* (KENT) GRUBER scheint in ihrer Organisation überzuleiten zur Gattung *Folliculina*, indem hier nämlich die Mundregion des Peristoms auf der Bauchseite etwas nach rückwärts verlagert ist, so daß nicht die gesamte Peristomfläche zur typischen Stirnfläche wird, sondern der vordere Teil des Infusors weit geöffnet erscheint wie eine Trompete, und sein Rand ventralwärts tiefgespalten ist. (S. Taf. 10 Fig. 8, 9, u. vgl. BÜTSCHLI 14 III. p. 1239, GRUBER 61 p. 513, DADAY 22 p. 492.) Indem nun das Peristom bei *Folliculina* nach rechts und links ungemein in die Breite auswächst, entstehen zwei große Peristomflügel, und da diese zugleich auch etwas nach vorn gerichtet sind, vertieft sich die Peristomfläche trichterförmig. Auf der Bauchseite sind sie am tiefsten gespalten (Taf. 10 Fig. 1). Die adorale Wimperspirale verläuft bei *Folliculina* im wesentlichen wie bei *Stentor*: das aborale Ende beginnt an der ventralen Basis des rechten Flügels (Peristomeck), und die Zone umzieht von dort aus den ganzen Peristomrand, um sich mit dem oralen Ende in Mund und Schlund tief einzusenken. MÖBIUS' Angabe, daß sich auch das aborale Ende der Spirale durch den Schlund fortsetze, somit also unter entgegengesetztem Schraubenverlauf das orale kreuze (95, Fig. 1), stimmt (wie schon BÜTSCHLI hervorhebt) weder mit den Angaben früherer Beobachter überein, noch ließe sich dafür bei anderen Ciliaten irgendeine Analogie auffinden. Allerdings ist zuzugeben, daß der Verlauf der Wimperspirale im Schlunde des lebenden Tieres sehr schwierig, gar nicht am kontrahierten Tiere im Präparat, zu beobachten ist. Aber wenn ein Blick von oben in den Peristomtrichter gelingt, ist mühelos das Peristomeck festzustellen (Taf. 10 Fig. 12). Übrigens läßt sich der hier angestellte Versuch einer phylogenetischen Ableitung der *Folliculina* von *Stentor* ontogenetisch bestätigen. Mir ist es vergönnt gewesen, die

Teilung des Flaschentierchens wiederholt restlos verfolgen zu können und dabei die Peristombildung der jungen Teilsprößlinge zu beobachten, wobei sich die adorale Spirale zunächst in genau derselben Weise anlegt, wie sie bei den Stentoren (besonders den primitiven Arten, z. B. *Stentor Roeselii*), zeitlebens erhalten bleibt. Die Spaltung in die beiden Peristomflügel erfolgt erst sekundär (vgl. Taf. 11 Fig. 24–26).

a) Die Hülse.

Das Gehäuse der Kieler Exemplare von *Folliculina ampulla* erreicht nach MÖBIUS eine Länge von 400–500 μ und einen Durchmesser von 100 μ . Ich habe nur selten solche über 200 μ Länge gefunden, was sich aber wohl daraus erklärt, daß ich immer relativ junge Individuen vor mir hatte, deren Alter die wenigen Wochen, während der meine Glasplatten im Seewasser gehangen hatten, nicht überschritten haben konnte. Nur freischwimmende gehäuseloze Teilsprößlinge waren überhaupt imstande, die Platten zu besiedeln; die Hülsen sind seit dem Augenblick ihrer Ausscheidung durch den Körper mit der Unterlage fest verwachsen, freibewegliche behülste Individuen gibt es nach den bisherigen Erfahrungen nicht, darauf komme ich zurück.

Die Folliculinhülsen bestehen aus einem erweiterten Bauch, der mit der ganzen Länge der Unterlage aufgewachsen ist (bei *Foll. telesto* und *melitta* nur mit dem Hinterende), und einem mehr oder minder langen Hals, der im allgemeinen von der Ansatzfläche schräg abgewendet ist, so daß das sich hervorstreckende Tier seinen Strudelapparat im freien Wasser spielen lassen kann. Der Bauch der Hülse ist länglich, bei *Foll. ampulla* hinten abgerundet, bei *Foll. elegans* zugespitzt. Der Hals ist röhrenförmig und hat eine kreisrunde Mündung; bei den beiden ebengenannten Arten bleibt er relativ kurz. Von manchen Forschern sind mehrhalsige Hülsen (MÖBIUS 95, Fig. 6, 7), Verschlussapparate (CLAP.-L. 19, Taf. X Fig. 2, 3) oder Gliederungen und Spiralverdickungen des Halses (STEIN 140, Taf. XI Fig. 3, 6, 7) auch bei diesen Arten beschrieben, die ich an meinen Exemplaren niemals auffand. Das MÖBIUS'sche Doppelhalsphänomen möchte ich auf eine optische Täuschung, bewirkt durch die oft ziemlich scharfe Aufwärtsknickung des Halses, zurückführen (vgl. Taf. 11 Fig. 13); auch die CLAPARÈDE'schen „Verschlussapparate“ könnten dann hierauf zu beziehen sein, ohne daß die Möglichkeit einer lokalen Ausbildung derselben ohne weiteres von der Hand zu weisen wäre. Die Halsverlängerung und Ausbildung einer stützen-

den spiraligen Verdickungsleiste ist wohl gleichfalls auf lokale Anpassung zurückzuführen, hat doch STEIN häufig solche Formen in Membraniporenzellen gefunden. DONS (26) hat übrigens die Gehäusevariation der *Folliculina ampulla* u. a. Arten zum besonderen Gegenstand seiner Untersuchungen gemacht. Da sie durch Einwirkung äußerer Faktoren bedingt wird, und auf meinen Glasplatten stets verhältnismäßig einförmige Lebensbedingungen herrschten, ich ja auch, wie gesagt, keine sehr alten Individuen untersuchte, ist es wohl kaum verwunderlich, wenn ich solche Variationen nicht vor Augen bekommen habe. Die Umrisse der Hülsen waren natürlich im einzelnen trotzdem recht verschieden, was ja auch aus meinen Figuren hervorgeht; der Mündungsrand war meist glatt, seltener umgebogen, einige Male gar schirmförmig verbreitert (Taf. 10 Fig. 1).

Die Gehäuse der Folliculinen sind membranöse Sekretionsgebilde aus chitinartiger Substanz, wie sie sich sonst nur noch bei Cothurnien, Vaginicolen und Tintinnen finden. (Dagegen besitzt die Gattung *Tintinnidium* ebenso wie einige Arten der mit *Folliculina* doch so nahe verwandten Gattung *Stentor* gallertige Gehäuse.) WRIGHT gab an, daß die Gehäusewand — speziell an der Mündungsröhre — aus drei Schichten bestehe, einer dicken mittleren und je einer dünnen äußeren und inneren; erstere hält er allein für chitinös und deutet die beiden anderen in sicher irriger Weise als „Sarkode“. BÜTSCHLI (p. 1553) vermutet hier ähnliche Verhältnisse wie bei vielen Tintinnengehäusen, deren Wände aus zwei Lamellen bestehen, die durch senkrecht zwischen ihnen ausgespannte zarte Membranen miteinander verbunden sind. Von einem derartigen polygonalen Fachwerk konnte ich jedoch selbst mit der schärfsten Vergrößerung nichts bemerken. Es liegen auch sonst keinerlei Untersuchungen über die Gehäusestruktur vor, selbst DONS, der sich ganz besonders mit den Hülsenformen beschäftigte, läßt sich hierauf nicht ein. Das Gehäuse ist an sich farblos bis meergrün und bläulich, seltener gelblich getönt, und paßt sich durchweg der Farbe des Bewohners an, was BÜTSCHLI (p. 1476, 1557) zu der Annahme führte, daß die Pigmentkörnchen des Ectoplasmas vielleicht an der Hülsenbildung beteiligt seien. Dem ist jedoch entgegenzuhalten, daß bei jugendlichen Individuen die zuerst abgeschiedene Hülse stets farblos ist, während jene selbst gerade intensiver gefärbt erscheinen als die in den alten Gehäusen zurückgebliebenen Teilsprößlinge. Mit zunehmendem Alter werden die Individuen heller, was nun sehr wohl durch Abgabe von Pigment

an die Hülsensubstanz zu erklären ist; diese erfolgt aber jedenfalls erst sekundär. Auf die Gehäuseabscheidung der sich festsetzenden freien Teilsprößlinge komme ich später bei Verfolg des Teilungsvorganges zurück, — sie erfolgt spontan und gleichzeitig auf der ganzen Körperoberfläche mit Ausnahme des Halses.

Die Frage, ob das Gehäuse, das später dem auswachsenden Tiere zu eng wird, sich noch vergrößern könne, wurde bisher glatt verneint, doch muß die Möglichkeit nicht nur prinzipiell zugegeben, sondern sogar als wahrscheinlich bezeichnet werden, denn nicht nur ließen sich sonst die Größenunterschiede in den Hülsen „erwachsener“ Tiere, auf die ich eingangs schon hinwies, nicht erklären, vielmehr kann man auch durch Beobachtungen in der feuchten Kammer, in die errante Teilsprößlinge hineinversetzt werden, direkt feststellen, daß die um junge Tiere zuerst ausgeschiedenen Hülsen sich bei deren Wachstum allmählich weiten. STEIN nahm seinerzeit an (p. 278), daß die Folliculinen beim Engwerden ihrer Hülsen diese verließen, um an einer anderen Stelle sich neue Behausungen größerer Proportionen anzulegen. Der zeitweise Übergang erwachsener Individuen in den freilebenden Zustand ist jedoch bisher niemals erwiesen, wie auch ich ihn bei meinen Tieren in keinem Falle zu beobachten vermochte. Alle Literaturangaben über errante ausgewachsene Folliculinen haben sich bisher immer noch als Irrtum herausgestellt. Unter anderen wurde auch der oben schon genannte *Stentor auricula* KENT'S von BÜTSCHLI (14 III, p. 1728) sowie HAMBURGER und BUDDENBROCK (67, p. 72) dafür angesehen. Ein Hülsenwachstum durch spätere Einlagerung von Schalensubstanz ist jedoch sehr wohl denkbar. Übrigens gibt STEIN (p. 278) ein allmähliches Auswachsen des Halses zu, indem die Tierchen hieran gewissermaßen mit den Peristomflügeln bauen, deren Außenfläche die Schalensubstanz sezernieren soll. Er beobachtete nämlich, daß die Individuen häufig längere Zeit weit ausgestreckt verharren, „wobei die Peristomflügel gerade die Mündung des Halses ausfüllen und hier wie ein Paar aufeinandergelegter Hände bald nach rechts, bald nach links an der inneren Seite der Mündung herumgedreht werden“ . . .

Was die Hülsensubstanz anbetrifft, so wurde oben schon ihre chitinartige Beschaffenheit vermerkt. MÖBIUS vermochte sie in kochender Kalilauge nicht aufzulösen, jedoch konnte ich sie mit konzentrierter Schwefelsäure leicht zerstören. MÖBIUS gibt ihre Färbbarkeit mit Safranin, Dahlia und Methylgrün an, dagegen hat sie sich auf meinen Dauerpräparaten mit Pikro- und Boraxkarmin

nicht gerötet, vielmehr wird sie in Nelkenöl und Canadabalsam so durchsichtig, daß ihre Konturen oft nur noch mit Mühe erkennbar sind. Von den Vitalfarbstoffen tingiert Methylenblau sie sehr leicht, das auch am besten in den Weichkörper eindringt; Neutralrot wirkt erst nach längerer Zeit in relativ starker Lösung, dabei die Tiere selbst offenbar schädigend. Bismarckbraun hat keinerlei Einfluß.

b) Der Weichkörper.

In dem Gehäuse steckt ein in extremster Weise kontraktiler Weichkörper, an seinem hinteren Ende von Anbeginn seiner Ausscheidung an damit verwachsen, wie sich an den bei Drehungen des Tieres auftretenden Spiralfalten der hinteren Körperpartie mühelos erkennen läßt. Ich erwähnte schon früher einleitender Weise, mit welchen Schwierigkeiten eine genaue Untersuchung des Weichkörpers zu kämpfen hat. CLAPARÈDE und LACHMANN (19) waren die ersten, welche eine brauchbare, nicht auf die Hülse allein gegründete Definition der Gattung *Folliculina* zu geben vermochten. Diese lautet in freier Übersetzung etwa folgendermaßen: „Die Mundspirale wird von einer häutigen, zweilappigen und zu einem trichterförmigen Becher vertieften Ausbreitung des vorderen Körperendes getragen; beide Lappen sind auf der Bauchseite durch einen tieferen Ausschnitt getrennt als auf der Rückenseite. Die Mundspirale umsäumt die innere Seite des Randes der Ausbreitung, beginnt auf der Bauchseite des rechten Lappens (!), setzt sich über die Rückenseite zum linken Lappen fort, an dem sie wieder zu jener zurückkehrt, und steigt dann in die Tiefe des Bechers (calice infundibuliforme), etwas mehr als einen Umgang beschreibend, zum Munde hinab, welcher in einen kurzen, total bewimperten Schlund führt.“ STEIN (140) drang dann weiter in die Einzelheiten der Organisation ein; seine Ergebnisse wurden grundlegend für die folgenden Untersuchungen, deren Ergebnisse später durch MÖBIUS (95) verarbeitet und ergänzt wurden. Auf Grund meiner Beobachtungen ergeben sich jedoch weitere beträchtliche Modifikationen.

Für das Verständnis der gesamten Körperorganisation ausschlaggebend sind die Peristomverhältnisse, deren Schilderung daher stets voranstellen muß. Durch die eingangs versuchte entwicklungsgeschichtliche Ableitung der Folliculinen von den Stentoren und die eben wiedergegebene Definition CLAPARÈDE und LACHMANN'S, sowie durch meine Abbildungen Taf. 10 Fig. 1, 12, ist bereits eine Orientierung in großen Zügen erfolgt. Das von MÖBIUS (93, 95) aufgerollte Problem besteht in der endgültigen Feststellung des

Verlaufs der adoralen Wimperspirale und der von ihm beobachteten eigentümlichen Schlunddifferenzierung. Was den ersten Punkt anbetrifft, so habe ich schon oben (S. 149) darauf hingewiesen, daß seine Ansicht über die Fortsetzung beider Spiralenenden in den Schlund hinein (Taf. 10 Fig. 10) der theoretischen — phylo- und ontogenetischen — Betrachtung nicht Stand hält, aber auch durch die tatsächliche Beobachtung zu widerlegen ist (Taf. 10 Fig. 11). Das aborale Ende der Spirale beginnt tatsächlich, wie bei den Stentoren, an dem Peristomeck, das häufig recht deutlich erkennbar ist (Taf. 10 Fig. 12). Um so schwieriger aber ist die genaue Verfolgung des in den Schlund sich einsenkenden oralen Endes. Ich glaube die Lösung des Problems darin gefunden zu haben, daß dieses Ende nochmals einen spiraligen, und zwar ziemlich steilen, Umlauf beschreibt, daher im mikroskopischen Bilde eine Wimperschlinge sich dem Auge darbietet, die eben MÖBIUS falsch gedeutet hat. Ich habe sie schematisiert auf Taf. 10 Fig. 11 dargestellt; ihre Einheitlichkeit läßt sich durch Verfolgen der ganzen Spirale vom Peristomeck bis zum Munde unter fortgesetztem Wechsel der mikroskopischen Einstellung deutlich feststellen. MÖBIUS hat jedenfalls richtig erkannt, daß die früheren Abbildungen des oralen Endes, das bald in flacher Spiralwindung, bald ganz gerade gestreckt verlaufen sollte, den Tatsachen nicht entsprechen und mehr auf Vermutung, als auf wirklicher Beobachtung beruhen. Übrigens ist der Ausdruck, die Wimperspirale „senke sich mit dem oralen Ende tief in den Schlund ein“, den auch ich bisher der Anschaulichkeit halber gebrauchte, nicht berechtigt, da dann ja der Mund am Grunde des Schlundes läge und nicht seinen Anfang bildete. Die adorale Spirale ist und bleibt in allen Fällen auf das Peristom beschränkt und nimmt ihren Weg zum Munde hin, daher muß der ganze Trichter bis an das letzte innerste Ende der Spirale als zum Peristom gehörig angesehen werden, wie sich das aus der phylogenetischen Ableitung der Folliculinen von den Stentoren auch ohne weiteres ergibt. Am Grunde dieses Trichters liegt der Mund, der nun in einen kurzen echten Schlund hineinführt, ebenso der After, der sich mit einem kleinen Kanal seitlich nach der Basis des linken Peristomlappens hin öffnet (Taf. 10 Fig. 1 bei a). So muß man denn den genannten Trichter statt als „Schlund“ vielmehr als ein Homologon des „Vestibulums“ der Vorticellinen auffassen. BÜTSCHLI (14), der diese Überlegung nicht angestellt hat, sondern die verschiedenen Schlundbegriffe fortwährend vertauscht, tut aber merkwürdigerweise ein Übriges (p. 1360): er bezieht nämlich die von MÖBIUS für *Folliculina ampulla* angegebene

Schlunddifferenzierung in „Mundhöhle“ und „Pharynx“ auf die bei Vorticellinen angetroffenen Verhältnisse. Und damit sind wir bei dem zweiten Problem angelangt.

MÖBIUS (95, p. 7) kommt auf Grund seiner Beobachtungen der Nahrungsaufnahme, die er durch Indigo- und Karminfütterungen verdeutlichte, zu der Annahme einer Mundhöhle mit muskulöser Wandung und eines kontraktilen Pharynx. (Er sagt „Schlund“, doch möchte ich bei der allgemeinen Verwirrung diese Bezeichnung hier vermeiden.) Jene ist durch eine Einschnürung von dem Trichtergrunde abgesetzt und hier durch eine halbmondförmige Klappe geschlossen, die beim Einstrudeln von Nahrungsteilchen zuweilen in die Mundhöhle hineinschlägt; der kegelförmige Pharynx umfaßt mit seinem Vorderrand den dünnen Hintersaum der Mundhöhlenwand. Ich habe wiederholt an günstigen Objekten stundenlang die Nahrungsaufnahme verfolgt, aber eine derartige Schlunddifferenzierung nicht festzustellen vermocht. Wohl ist der Pharynx vorhanden und typisch längs gestreift, vielleicht eine langgestreckte Höhlung im (eingesenkten Ecto-?) Plasma darstellend und kein eigentliches Rohr, denn eine vom Körperplasma abgesetzte Wandung habe ich, ebenso wie MÖBIUS, vergeblich gesucht. Aber die Mundhöhle scheint mir tatsächlich nicht vorhanden, sondern nur vorgetäuscht zu sein durch die im vorderen Teil des Pharynx um die hereingestrudelten Nahrungsteilchen gebildete Nahrungsvacuole. Der Pharynx ist an seinem Beginn zunächst sackförmig erweitert, vermag aber sich langsam zu kontrahieren und die gefüllte Nahrungsvacuole durch fortschreitende Verengung nach abwärts und ins Entoplasma hineinzu drücken. Das kann einfach durch Kontraktion des den Pharynx umgebenden (Ecto-?) Plasmas erfolgen, ohne daß dafür besondere „muskulöse Wandungen“ angenommen zu werden brauchen. Die „halbmondförmige Verschlussklappe“ des Mundes, von der MÖBIUS berichtet, stellt gleichfalls eine Täuschung dar, der er auch in anderen analogen Fällen (97: *Porpostoma notatum*, *Euplotes harpa*) wiederholt erlegen ist; es handelt sich um die letzten Membranellen der hier auslaufenden adoralen Wimperspirale, die beim Hereinstrudeln der Nahrungsteilchen in den Schlund hineinschlagen.

Es möge nun einmal der gesamte Verlauf der Nahrungsaufnahme und Verdauung, wie er sich bei gleichzeitig angewandter Vitalfärbung darzustellen pflegt, verfolgt werden.¹⁾ Die

¹⁾ Die Lebendfärbung nahm ich in kleinen Aquarienstandgläsern vor, in denen ich auch die „Plattenkulturen“ zwischen den einzelnen Untersuchungen an Korken

Nahrungspartikelchen (Bakterien und kleine Protisten, Diatomeen, Algen- und Detritusteilchen) werden in der rinnenförmigen Vertiefung zwischen den Peristomlappen nach dem Trichtergrunde hinunter zum Mund bewegt, immer getrieben durch die Membranellen der Wimperspirale (Taf. 10 Fig. 11, 12). Unmittelbar jenseits des Mundes, im vorderen Teil des Pharynx, formt sich das zugleich mit eingeführte Seewasser, das hier auf die zähflüssige Substanz des Entoplasmas stößt, zu einem Tropfen, in dem die sich fortgesetzt vermehrenden Nahrungspartikelchen heftig hin und her geschleudert werden. Wenn die Vacuole ein bestimmtes Volumen erreicht hat löst sie sich von der Mundöffnung, mit der sie bisher in Kommunikation stand, los und wird durch die oben erwähnten peristaltischen Schlundbewegungen allmählich in das Körperinnere hineingedrückt. Sie bewegt sich meist zuerst zum Hinterende, dann wieder nach vorn, bisweilen bis in die Peristomlappen hinauf, und beginnt einen langsamen Kreislauf im Entoplasma, der wohl zu dem langen perlschnurförmigen Hauptkern in Beziehung steht und entsprechend dessen Lage eine stets verschiedene Bahn aufweist. Sobald die Nahrungsvacuole in ihren Kreislauf eingetreten ist, beginnt auch der Vitalfarbstoff zu wirken: Neutralrot färbt den ganzen Inhalt erst schwach diffus, später stark dunkelrot; Methylenblau tingiert nur die festen, allmählich sich zusammenbackenden, Inhaltsbestandteile. Überhaupt werden die Nahrungsvacuolen während ihrer „Wanderzeit“ kleiner und kompakter, enthalten schließlich nur noch Fäzes, die dann zum After hinausbefördert werden, der für gewöhnlich mitsamt dem „endarmartigen Fäkalkanal“ unsichtbar ist. Sofort beim Austritt erfolgt eine Zerstäubung der unverdaulichen Reste im umgebenden Wasser (Taf. 10 Fig. 1); niemals sah ich solche kompakten Fäkal-kugeln ausgeworfen werden, wie sie MÖBIUS (95) in seiner Figur I zeichnet. Die Verarbeitung der aufgenommenen Nahrung erfolgt ziemlich rasch, selten findet man eine so große Zahl von Nahrungsvacuolen im Körperinnern, wie sie MÖBIUS in der eben genannten Figur wiedergibt. Dagegen läßt sich das Vorhandensein von in der Verdauung befindlichen Stoffen auch ohne sichtbare Vacuolen mit Hilfe der Lebendfärbung leicht nachweisen: „vollgefressene“ Individuen färben sich mit Neutralrot in größeren Partien des Entoplasmas rot, andere reagieren gar nicht darauf. Wie schon erwähnt,

hängend aufbewahrte. Die Farbstofflösungen (Neutralrot, Methylenblau, Bismarckbraun, Hämatoxylin usw.) stellte ich mir mit destilliertem Wasser in der Konzentration 1:200 her. Hiervon wurden dann 10–15 Tropfen auf 400 ccm Seewasser gegeben, die jene kleinen Aquarien gerade füllten.

sind die Folliculinen gegen die Schädigungen durch die Vitalfarbstoffe äußerst empfindlich; ich habe gefärbte Individuen selten ausgestreckt gefunden, sie bleiben meist kontrahiert in ihrer Hülse, gehen auch oft vollständig zugrunde, wenn viele andere Protozoen auf denselben Platten noch keinerlei Beeinträchtigungen in ihren Lebensfunktionen erkennen lassen. Die Folliculinen leben auch nur in völlig reinem Seewasser; sobald es mehrere Tage undurchlüftet steht, sterben sie ab, wobei der Weichkörper meist gänzlich zerfällt, so daß nur die leeren Hüllen übrigbleiben.¹⁾

Von den übrigen Organisationsverhältnissen des Weichkörpers sei zunächst die Bewimperung betrachtet. Die Folliculinen sind heterotriche Ciliaten, d. h. außer der adoralen Membranellenspirale hat sich noch ein allseitiges Wimperkleid erhalten, dessen Cilien allerdings recht kurz bleiben. Was die Spiralenbewimperung anbetrifft, so ist es eine allgemein begründete empirische Tatsache (BÜTSCHLI 14, III, p. 1333), daß die adorale Zone aller hetero- (hypo- und oligo-) tricher Ciliaten aus Membranellen besteht, deren feinerer Bau neuerlich durch H. NIC. MAIER (86) beschrieben worden ist. Bei *Folliculina* gibt sich der Membranellenbesatz des schmalen adoralen Zonenbandes durch eine feine etwas schief gerichtete Querrichtung zu erkennen, die schon STEIN beobachtete, während jedoch nach ihm (140, p. 282) „die langen dünnborstigen, dicht hintereinanderstehenden adoralen Wimpern“ dem inneren Rande dieses gestreiften Bandes eingefügt sein sollten. Daß es sich tatsächlich um Membranellen handelt, zeigt ihre willkürliche Bewegung durch das Tier, die zeitweise Ruhe von Ciliengruppen (die MÖBIUS in seiner Figur 1 nicht gerade glücklich wiedergibt), besonders auch ihre Form in noch unentfaltetem Zustande beim Heraustreten der Peristomlappen aus der Hülse. MÖBIUS (93, 95) erkennt bei *Folliculina*, wie auch bei anderen hetero- und hypotrichen Infusorien der Kieler Bucht, eine membranellenartige Cilienverbindung nicht an, sondern will sie ersetzt wissen durch „Pektinellen“ oder Wimperkämmchen. Ich kann nur auf die schon von BÜTSCHLI (p. 1340) erfolgte Widerlegung verweisen. Übrigens zeigt MÖBIUS auch eine merkwürdige Inkonssequenz, da er zugleich (95, p. 7) am Innenrande des „Pektinellensaumes“ auf den Peristomlappen einen zweiten Saum von äußerst kleinen, (schwierig sichtbaren), viereckigen „Flimmerläppchen“ ent-

¹⁾ In vielen Hüllen fand ich noch einen Rest des Weichkörpers, doch bei weitem nicht in allen, so daß die Annahme einer durch die Verschlechterung der Lebensverhältnisse bedingten Auswanderung auch wohl im Bereiche der Möglichkeit liegt. Beobachtet habe ich diese (wie oben S. 152 schon bemerkt) jedoch niemals.

deckte (Fig 1, 9) — hier drückt er den Begriff der Membranellen nur durch ein deutsches Wort aus. Interessant ist die Analogie, die dieser innere Membranellensaum bei dem oft erwähnten *Stentor auricula*, dem phylogenetischen Vermittlungsglied zwischen *Folliculina* und den typischen Stentoren, findet: DADAY (22, p. 493) beschreibt hier im Peristomraum unterhalb der Basis der Membranellen eine feine zusammenhängende Membran, die im Bilde als ein heller Ring erscheint (vgl. meine Tafel 10 Fig. 9). Er möchte darauf auch den von CLAPARÈDE und LACHMANN (19, p. 225) bei *Stentor Roeselii* als „Wassergefäßsystem“ beschriebenen „Ringkanal“ beziehen. BÜTSCHLI (14, III, p. 1383) vermutet ferner eine genetische Beziehung zu den sogenannten „paroralen Cilien“ gewisser Hypotrichen, deren Peristombewimperung ja eine recht komplizierte ist. Wie schon erwähnt, ist die gesamte Körperoberfläche der *Folliculina* — und zwar einschließlich des Peristoms — mit feinen Wimpern besetzt. Durch die reihenweise Anordnung derselben kommt eine feine Ectoplasmastraffung zustande, die auf der Körperoberfläche längs, auf der Peristomfläche radiär zum Munde hin gerichtet ist (Tafel 10 Fig. 1, 12). Eine Peristombewimperung kommt übrigens unter allen Heterotrichen nur den Stentorinen zu, als deren Angehörige sich *Folliculina* auch in dieser Beziehung als typisch erweist. Der seitliche Abstand der Cilienfurchen auf der Körperoberfläche beträgt nach MÖBIUS' Messungen etwa 2 μ , er nimmt natürlich zu bei der Kontraktion, ab bei der völligen Ausstreckung der Tieres. An die Cilienreihen gebunden ist die Pigmentierung des Ectoplasmas: meist bläulichgrün, zuweilen ins Grüngelbe spielend, selten blauschwarz („*Lagotia atropurpurea*“) oder farblos („*Lagotia hyalina*“). Noch WRIGHT gab für die Folliculinen eine diffuse Plasmafärbung an, während schon STEIN erkannte, daß die Farbe in Wirklichkeit an feinste Körnchen „der im Rindenparenchym entwickelten Längsstreifen“ gebunden ist. Das Pigment bei Protozoen ist nach der heutigen Auffassung überhaupt allgemein als ein granuläres anzusehen. Die Farbkörnchen liegen nach MÖBIUS nicht in der äußersten Plasmaschicht direkt, sondern unter einer „dünnen Plasmahaut“, die eben den Cilienbesatz trägt. Man erhält den Eindruck, als seien die Farbstoffkörnchen die Basalkörper der Cilien. Übrigens wird das Pigment bei der Konservierung der Tiere mit FLEMMING'schem Gemisch (wohl infolge Einwirkung der Osmiumsäure) zerstört, bei Verwendung von Pikrinessigsäure dagegen besser erhalten. Eine analoge und gleichfarbene Streifenpigmentierung findet man auch bei *Stentor coeruleus* und *multiformis*, aber merkwürdigerweise er-

scheint hier bei der häufig ungleichförmigen Verteilung des Pigmentes stets das Peristomfeld und die anschließende Körperregion, bei *Folliculina* dagegen gerade entgegengesetzt der Hinterleib, intensiver gefärbt. Nur bei jungen Sprößlingen in der Phase der Peristombildung verhält sich *Folliculina* wie die Stentoren. Erwähnt sei schließlich noch die Beziehung der Körperlängsstreifung zu der Richtung der überaus energischen Kontraktionen. Da bei den verwandten Stentoren (zuerst durch ENGELMANN 33, 1875) zwischen den Cilienreihen, als hellere Streifen erscheinend, kontraktile Fibrillen — sogenannte Myoneme — nachgewiesen sind, und da gerade die Folliculinen ihre Kontraktilität ins Extrem ausgebildet haben, liegt genügend Grund vor, auch ihnen solche Plasmadifferenzierung zuzuschreiben; tatsächlich festgestellt könnten sie wohl nur durch eine Spezialuntersuchung werden.

Das Entoplasma der Folliculinen ist noch weniger konsistent, noch leichter verletzlich und zerfließlich als das der Stentoren, so daß ein schützendes Gehäuse notwendig erscheint. Es ist gleichmäßig fein granuliert und enthält außer den Nahrungsvacuolen kaum nennenswerte Einschlüsse. Am gefärbten Präparat läßt es eine lockere, schaumige Beschaffenheit erkennen.

Von allen Voruntersuchern wurde nach einer kontraktilen Vacuole geforscht. CLAPARÈDE und LACHMANN zeichnen sie inmitten des Rumpfes, neben dem kugeligen Kern, als einfaches rundes Bläschen (19, Taf. X Fig. 1, 6); KENT verlegt sie ans Hinterende (72, Taf. XXIX Fig. 38). STEIN fügt gar noch einen Kranz von Bildungsvacuolen hinzu (140, Taf. X Fig. 1); MÖBIUS spricht von „undeutlich geschlängelten lichten Linien“ im Hinterkörper, die er allerdings nicht als Vacuolen zu deuten wagt. Gerade er, der zuerst die Perlschnurform des Kernes richtig erkannte, hätte sich eigentlich vor diesem Irrtum bewahren können, denn der Kern ist es, der in dieser Weise hell durchscheint, und zwar um so deutlicher, je intensiver die Pigmentierung des Tieres ist, — daher ist er an jungen Teilsprößlingen besonders deutlich zu erkennen. Eine kontraktile Vacuole ist tatsächlich nicht vorhanden (wenn man sie auch den Meeresprotozoen nicht etwa prinzipiell absprechen darf).¹⁾ Alle früheren Angaben über kontraktile Vacuolen bei Folliculinen scheinen mir weniger der tatsächlichen Beobachtung, als vielmehr dem guten Willen entsprungen zu sein. Soviele Individuen wie ich konnte vor mir kein anderer Forscher untersuchen, — und ich habe niemals eine solche gefunden.

¹⁾ Vgl. meine Dissertation p. 20 ff.

Was die Kernverhältnisse der Folliculinen anbetrifft, so ist es auffällig, daß alle Untersucher vor und nach MÖBIUS einen einfachen, kugelförmigen großen Kern beschreiben und zeichnen, während der Macronucleus in Wahrheit normalerweise perlschnurförmig ist, — wenigstens gilt das für *Folliculina ampulla*, da ich es an den anderen Arten ja nicht nachprüfen konnte. Allerdings ist der Kern, wie MÖBIUS ganz richtig bemerkt, ohne Anwendung von Reagentien und Farbstoffen nicht näher zu studieren, und auf die dem entgegenstehenden Schwierigkeiten habe ich eingangs schon hingewiesen. Ich konnte nun auf einer großen Anzahl von Präparaten die Kernverhältnisse genauer untersuchen und fand interessanterweise alle Übergänge in der Gliederzahl von der langen Perlschnur bis zur einfachen Kugel, — aber jene stellt den normalen ruhenden Kernzustand dar, wie er auch vorwiegend angetroffen wurde, diese steht in bestimmter Beziehung zur Teilung (vgl. Taf. 11 Fig. 13–15). LAACKMANN (74), der bei seinen antarktischen Formen von *Folliculina ampulla* gleichfalls große kugelige Kerne konstatiert hat, spricht die Vermutung aus, die von MÖBIUS (95) gefundene Perlschnurform sei möglicherweise ein Fortpflanzungsstadium. Aber schon die Analogie der Stentoren und Spirostomen, deren rosenkranzförmige Kerne vor dem Beginn der Teilung sich kugelig konzentrieren, dann erst sich bandförmig wieder ausstrecken und in dieser Gestalt durchteilen, hätte eigentlich von vornherein der gegenteiligen Ansicht Raum geben müssen. Und so ist es denn in der Tat: auch bei *Folliculina ampulla* ist ein einfacher kugeligter Macronucleus stets ein Produkt der Kernkonzentrierung, die einen Teilungsvorgang einleitet; die Kerndurchschnürung erfolgt gleichfalls nach einer bandförmigen Streckung (Taf. 11 Fig. 16, 20). Es ist beachtenswert, daß MÖBIUS über die Kernverhältnisse bei der Teilung nichts aussagt, worauf ich im nächsten Kapitel bei Besprechung seiner falschen Resultate noch zurückkommen muß. Recht merkwürdig ist die Übereinstimmung der übrigen Untersucher von Folliculinen in der Angabe eines einfachen Kerns, aber die älteren Forscher wie CLAPARÈDE-LACHMANN und STEIN haben ihn wohl gar nicht beobachtet, sondern nach Gutdünken in dieser Gestalt angenommen, und die neueren Forscher wie DONS und LAACKMANN konnten an ihrem konservierten Spiritusmaterial kaum noch erfolgreiche Kernstudien treiben, — und daß sie lauter Tiere untersuchten, die sich auf ihre Teilung vorbereiteten, ist doch nicht anzunehmen. Vielleicht aber verhalten sich andere Folliculinenarten anders, bietet doch gerade die verwandte Gattung *Stentor* ein Beispiel für die mannigfaltigen Kerngestalten bei den

verschiedenen Arten. Übrigens muß ich betonen, daß ich Kernschnüre mit so vielen Gliedern, wie MÖBIUS sie zeichnet (95, Fig. 11 bis 14), niemals gefunden habe. Die Verbindungsfäden der einzelnen Glieder, die er in seinen Abbildungen auch wiedergibt, tingieren sich bei der sog. „spezifischen Kernfärbung“ nicht. Meine Figuren, die direkt nach den Präparaten mittels des ABBE'schen Zeichenapparates aufgenommen sind, zeigen, wie die einzelnen Glieder zusammenhanglos nebeneinander zu liegen scheinen. Die Tatsache der Kernkonzentrierung aber beweist ihre Verbindung untereinander. STEIN, der 1859 bei Oxytrichinen zuerst den Vorgang der Kernverschmelzung vor der Teilung beobachtete, hielt hier die einzelnen Kernglieder noch für isolierte Kerne, bis BALBIANI (2) ein Jahr später die Verbindungsfäden auffand und nachwies, daß die Erscheinung der Kernkonzentration allgemein allen verlängerten Macronuclei zukommt, aber auch auf durchaus einheitliche Kerne mit zusammenhängenden Gliedern beschränkt ist, dagegen niemals bei wirklich multinucleären Ciliaten sich findet. Die Verbindungsfäden der einzelnen Glieder werden oft (wie auch bei *Folliculina ampulla*) nur von der Kernmembran gebildet und tingieren sich dann mit den Kernfarbstoffen meist nicht; das ist jedoch der Fall, wenn an der Bildung der dann relativ kurzen und dicken Fäden auch der Kerninhalt sich beteiligt. MÖBIUS hat mit einer WINKEL'schen Öлтаuchlinse an Pikrokarmenpräparaten in der schwach geröteten Grundmasse der runden Kernteile querlaufende Reihen starkgeröteter (Chromatin-?) Körner gefunden. In einigen Fällen habe ich Micronuclei feststellen können (Taf. 11 Fig. 13), die sich nur sehr schwach mit den von mir verwandten Kernfarbstoffen (Pikro- und Boraxkarmin) färben und zumal bei ihrer Kleinheit nur selten zu erkennen sind. Über ihre Anzahl und Lagerung vermag ich jedoch nichts auszusagen, da sie ja zum Teil unerkennbar oder von den Gliedern des Hauptkerns überdeckt sein können, und sich außerdem natürlich bei der Kontraktion des konservierten Tieres durcheinander geschoben haben. In dem abgebildeten, besonders deutlichen, Fall waren 5 Micronuclei neben einem sechsgliedrigen Macronucleus vorhanden, so daß zu vermuten ist, sie hätten den Verbindungsfäden der Hauptkernglieder angelegen. Auf irgendwelche Analoga kann man sich bei diesen sehr variierenden Verhältnissen nicht beziehen, — so kommt zwar im allgemeinen bei den übrigen Ciliaten auf jedes Glied resp. Verbindungsstück des Macronucleus ein Micronucleus, doch sind z. B. gerade bei *Stentor polymorphus* (ebenso wie bei *Spirostomum ambiguum*) viel weniger Nebenkerne als Hauptkern-

glieder vorhanden, während andererseits bei *Dileptus anser* u. a. auf jedes derselben zwei Micronuclei kommen. Daraus läßt sich also nichts schließen.

3. Die Teilungsverhältnisse.

Alle bisherigen Angaben über die Vermehrung der *Folliculina ampulla* durch Zweiteilung sind entweder falsch (WRIGHT, CLAPARÈDE et LACHMANN, STEIN, BÜTSCHLI) oder oberflächlich und ungenau (MÖBIUS); dagegen konnte ich auf meinen reichbesetzten Glasplatten den Teilungsvorgang wiederholt vollständig in seinem ganzen Verlauf am lebenden Tiere verfolgen, wie auch in seinen einzelnen Phasen fixieren. Ein geschichtlicher Rückblick möge zunächst zur Einführung in die bisher gewonnene Erkenntnis dienen.

WRIGHT (152, X, p. 97 ff.) wollte die Vermehrung seiner langhalsigen *Lagotia producta* durch eine besondere Art von walzenförmigen, allseitig bewimperten Larven (Taf. 10 Fig. 29) beobachtet haben, die vereinzelt unter beständiger Achsendrehung im Wasser umherschweben. Tatsächlich konnte aber ihre Entstehungsweise gar nicht ermittelt werden, während WRIGHT genau schildert, wie sie sich strecken, hinten zuspitzen, vorne abplatteten und mit einem Wimperkranz versehen, wie sie dann über Nacht (!) an der Oberfläche des Wassers schwebend (?) eine Hülse gleich mit der vollen Gliederzahl des Halses (!) ausscheiden und in 3 bis 4 Tagen auch die Peristomlappen ausbilden. Alle diese Angaben sind mehr als verdächtig, zumal die damalige englische Infusorienforschung reichlich dilettantenhaft war und mehr für einen wissenschaftlichen Sport galt. Schon STEIN (140, p. 288 f.) bezweifelt denn auch die WRIGHT'schen Angaben, versucht sie durch nachlässige Beobachtung zu erklären und vermutet in den Larven „gewöhnliche Individuen jüngerer Alters“, die ihre Hülsen verlassen haben (?), sowie in den behülsten Formen vom Aquariengrunde losgerissene alte Tiere. Wenn STEIN (p. 285) ferner angibt, er habe in dem Wasser der Gefäße, in denen mit Folliculinahülsen besetzter Blasentang aufbewahrt wurde, nicht selten auch frei umherschweifende Individuen gefunden, die ihre Gehäuse verlassen hatten, so muß ich das auf Grund meiner Erfahrungen für ziemlich unwahrscheinlich halten. Hören wir weiter, daß diese Individuen bald wie eine langhalsige Flasche mit eiförmigem Bauch, bald krug- oder kannenförmig gestaltet waren, und daß die Peristomlappen sich außerordentlich verkürzt zeigten, so drängt sich die Vermutung auf, es habe sich hier

um freischwimmende Stentoren gehandelt, vielleicht um *St. multiformis* oder *St. auricula*. CLAPARÈDE und LACHMANN (19, p. 219) wollen die *Freia elegans* in ihrer freischwimmenden Jugendform beobachtet haben, die ich auf meiner Taf. 11 Fig. 28 wiedergebe. Sie gleicht in der Gestalt etwa den WRIGHT'schen Larven, kann sich kugelig kontrahieren, schwimmt „avec grande vivacité“ und ist etwa 85 μ lang. Eine Mundöffnung konnte nicht beobachtet werden, wohl aber ein schwarzer Augenfleck (!) am vorderen Körperpol; der Kern war oval. LACHMANN beobachtete in einem (!) Fall ein Festsetzen an Algen, wobei sich der Pigmentfleck allmählich auflöste und am Vorderende eine „häutige Ausbreitung (epanouissement membraneux) entstand, — was ich auf intramortale Zerfließungserscheinungen zurückführen möchte. CLAPARÈDE und LACHMANN vermuteten allerdings auch noch eine nachfolgende Schalenbildung, verloren aber leider das betreffende Exemplar aus den Augen! Übrigens war nach ihrer eigenen Angabe dasselbe, hier als Jugendform von *Freia elegans* bezeichnete, Infusor schon vorher von LIEBERKÜHN und WAGNER bei Wismar an der Ostsee beobachtet worden, ohne daß diese irgendwelche Beziehungen (paranté) zu der *Folliculina* bemerkten. DADAY (22, p. 489) beschrieb es später aus dem Neapeler Golf unter dem Namen „*Lagynus ocellatus*“, stellte es also als besondere Art zu den Lacrymarien, ohne aber dennoch den „interessanten Gedanken“ einer genetischen Beziehung zur Gattung *Folliculina* aufzugeben. LEVANDER (81) beobachtete es neuerdings wieder in der Ostsee, fand den Kern zwar meist oval, aber seltener auch fünfgliederig perlschnurförmig (p. 66), ohne aber hieraus ein neues Argument für seine Verwandtschaft mit *Folliculina* herzuleiten, die er vielmehr für sehr unwahrscheinlich erklärt (p. 83). Aber fortgeerbt hat sich doch der Irrtum bis in die neueste Zeit. Daß BÜTSCHLI (14, III, p. 1728) und mit ihm noch HAMBURGER und BUDDENBROCK (67, p. 72) den *Stentor auricula* KENT (Taf. 10 Fig. 8) für eine junge freischwimmende *Folliculina* hielten, wurde schon wiederholt vermerkt. MÖBIUS (95) war der erste, der wirklich echte errante Jugendformen beschrieb und den Beweis ihrer Abkunft von alten behülsten Individuen beizubringen vermochte, — aber den Teilungsvorgang selbst hat auch er nicht beobachtet, wie aus seinen speziellen Angaben und falschen Schlüssen sich ohne weiteres ergibt. Er fand auch „unter den vielen untersuchten Individuen nur einige Male solche, die sich vermehrten“. Das früheste von ihm beobachtete Stadium war dasjenige, das im unteren Teil der Hülse neben dem „Mutterindividuum“ einen dunkler gefärbten

spindelförmigen „Sprößling“ zeigt (vgl. MÖBIUS' Tafel Fig. 2; meine Tafel 11 Fig. 22, 23). Der Anblick von zwei, und dem Aussehen nach etwas verschiedenen, Individuen mit ihren Längsachsen parallel nebeneinander in einer Hülse, von denen das eine diese später verläßt und sich ein neues Gehäuse baut, brachte MÖBIUS sofort zu der Annahme einer „Längsteilung“. Er möchte diese Bezeichnung jedoch gerne vermieden wissen, da nach seiner Meinung das Muttertier sich nicht in zwei ganz gleiche Tochterindividuen teilt, sondern vielmehr „alle Organula, welche für die Erhaltung des Individuums bestimmt sind, behält“, während der Sprößling diese erst erlangt, „indem er sich nach seiner Ablösung artgemäß weiterentwickelt“, — „ein protozoisch ausgebildeter Tierleib gibt eine protozoisch unentwickelte Keimzelle ab“. Dieses Resultat ist falsch, denn MÖBIUS hat die Teilung selbst eben gar nicht verfolgt, sondern beurteilt bereits sekundär entwickelte Verhältnisse.

Die Teilung der *Folliculina ampulla* ist eine einfache Zweiteilung, aber keine längs-, sondern quengerichtete. Allerdings verläuft sie nicht in einer ursprünglichen typischen Weise, denn es sind gewisse Modifikationen eingetreten. Man kann ja auch nicht von einer einfachen Teilung bei einem so hoch organisierten Infusor erwarten, daß alle Organula in der Mitte durchgeschnürt werden und sich gleichmäßig auf die beiden Tochterindividuen verteilen. Zumal bei seiner Querteilung würde das vordere Teilstück das ganze Peristom bekommen, und das hintere müßte es vollständig Neubilden. Wenn man diese Überlegung auf die Verschiedenheit der beiden noch in der Hülse steckenden Teilindividuen bezieht, so ist man natürlich versucht, das die großen Peristomflügel besitzende Exemplar für das vordere, dasjenige mit noch unentwickeltem Peristom für das hintere zu halten. Die Beobachtung des Teilungsprozesses zeigt aber, daß es in Wahrheit umgekehrt ist: gerade das (in dem MÖBIUS'schen Stadium) voll entwickelte „Mutterindividuum“ ist das hintere Teilstück, das fortdauernd mit der Hülse fest verwachsen bleibt; der „unentwickelte Sprößling“ dagegen repräsentiert das vordere Teilstück, das frei in der Hülse liegt, um diese später zu verlassen und ein kurzes errantes Leben zu führen. Die Erklärung ist nicht schwierig, so unverständlich das Ganze auf den ersten Blick erscheint. Bevor die *Folliculina* nämlich zur Teilung schreitet, vollzieht sich (zugleich mit der Kernkonzentration) eine allmähliche „Einschmelzung“ des alten Peristoms, und nach vollzogener Teilung erfolgt am Vorderpol beider Teilindividuen eine Peristomneubildung, ein Prozeß, der nun an dem hinteren, zum dauernden sessilen Leben

bestimmten, Exemplar schneller verläuft, als an dem vorderen. So kommt es, daß jenes bereits wieder voll entwickelt ist und seine Peristomlappen strudelnd aus der Hülse herausstreckt, während dieses noch mit der Peristomanlage beschäftigt ist. Es vollendet diese überhaupt erst, nachdem es am Ende seines erranten Zustandes eine neue Hülse um sich herum ausgeschieden hat, — eine entwicklungsgeschichtliche Reminiszenz, die darauf hinweist, daß die mächtige Entfaltung der Peristomlappen erst durch das Gehäuseleben bedingt wurde, was ja auch durch biologische Argumente leicht zu stützen ist.

Der ganze Vorgang der Einschmelzung und Erneuerung des Peristoms im Verlauf des Teilungsprozesses ist nicht ohne Beispiel. STERKI (141, 1878) verfolgte zuerst an sich teilenden Oxytrichinen einen Ersatz der präoralen Membran und Cilien auch am vorderen Sprößling. Doch wurde ihm der Vorgang nicht klar; er bemerkt wörtlich: „Daß die adoralen Wimpern nicht einfach tales quales stehen bleiben, ist vollkommen sicher . . ., es ist aber wahrscheinlich, daß nicht zwischen oder neben den alten neue adorale Membranellen gebildet werden, vielmehr daß jede einzelne umgebildet, gleichsam umgeprägt werde, ähnlich wie das ganze Peristom.“ BALBIANI, der noch 1860 (2) besonders betont hatte, daß kein Ersatz der alten Zone eintrete, wiewohl er einen solchen für das alte Hinterende mit seinen Cirren und Schwanzborsten schon damals zugeben mußte, beschrieb 1891 in einer speziellen Arbeit (4) selbst eine zeitweise wiederholte Erneuerung von Peristom, Mund und Membranellen bei *Stentor coeruleus*, auch unabhängig von der Fortpflanzung (nach ihm eine Alterserscheinung), wobei sich dann jedesmal auch der Kern vorübergehend konzentriert (!), also wohl diesen Vorgang beeinflusst. WALLENGREN (149, 1901) beschreibt den Resorptions- und Neubildungsprozeß von Peristom, Wimpern, Cirren und großen Stücken der Pelli-cula im Verlauf der Querteilung von *Euplotes*, *Stylonychia*, *Holosticha*.

Etwas weniger leicht verständlich als das Verhalten des Peristoms, obwohl gerade im Gegensatz dazu im ersten Augenblick viel weniger verblüffend, ist die Querrichtung der Teilung. Allerdings ist diese das Normale für die meisten Ciliaten (im Gegensatz z. B. zu den sich längsteilenden Flagellaten), doch gibt es eine allgemeine, dereinst von BALBIANI (3, 1881) aufgefundene Gesetzmäßigkeit, derzufolge die Teilungsebene senkrecht zwischen Mund und After durchzuschneiden pflegt. Zumeist liegen ja beide in der Nähe der entgegengesetzten Körperpole, doch verlagert sich der After namentlich bei Stentorinen und Vorticellinen weit nach vorne, wobei die ursprüngliche Querteilung allmählich in eine schräge Längsteilung

übergeht. In der Gattung *Stentor* z. B. beginnt sie mit der Anlage einer neuen adoralen Zone in Form einer ventralen, ziemlich längs verlaufenden Leiste, die dicht hinter dem Munde beginnt und bis zur Mitte des Körpers sich erstreckt, — zunächst so sehr von der definitiven Gestalt abweichend, daß EHRENBURG sie bei einigen Arten als dauerndes Element („seitlicher Wimperkamm“) beschrieb; (vgl. BÜTSCHLI 14, III, Taf. LXIX Fig. 2; Taf. LXVIII Fig. 5). Diese neue Zone springt dann bruchsackartig vor und bildet ein neues Peristomfeld, während an ihrem Hinterende Mund und Schlund neu sich einsenken: dann erst beginnt die Abschnürung. Bei der doch so nahe verwandten Gattung *Folliculina* verläuft die Teilung anders, einmal ursprünglicher (direkte Teilung), dann aber unter sekundärer Verlagerung der Teilungsebene (Querteilung). Eine Schrägteilung im Sinne des BALBIANI'schen „Gesetzes“ kann hier deshalb nicht stattfinden, weil durch die tiefe trichterförmige Peristomeinsenkung der Mund tatsächlich weiter nach rückwärts verschoben ist, als der bis an die Basis des linken Peristomflügels nach vorn verlagerte After. Die auf Tafel 10 Fig. 1 eingetragene hypothetische Lage der BALBIANI'schen Teilungsebene (x — y) zeigt die praktische Unmöglichkeit derselben ohne weiteres.

Der tatsächliche Teilungsverlauf bei *Folliculina ampulla* ist nun, zusammenhängend geschildert, folgender: Die Einleitung bildet stets die Konzentrierung des Hauptkerns (Taf. 11 Fig. 15) und die Einschmelzung des Peristoms, deren Beendigung mit einem bandförmigen Wiederausstrecken des Kerns zusammenfällt (Taf. 11 Fig. 16). Dann beginnt die Einfurchung (Taf. 11 Fig. 17) schräg von der Ventralseite aus, typisch einseitig, wie es schon STEIN in analoger Weise bei *Climacostomum* beobachtete, während ja im allgemeinen bei den Ciliaten eine Ringfurchung allseitig gleichzeitig einschneidet. Spiralige Drehungen und Zerrungen beider Individuen versuchen die endgültige Trennung zu bewirken (Taf. 11 Fig. 18); oft schieben sich die bereits getrennten ventralen Körperländer übereinander, doch läßt eine verschieden tiefe Einstellung des Mikroskops den einseitigen Zusammenhang noch deutlicher erkennen. Auf der Ventralseite, in der hier tiefsten Furche, entsteht zugleich das neue Peristom des Hintersproßlings, das sich in diesem Stadium von dem des vorderen Exemplars gar nicht unterscheidet; die Wimpern sind hier bedeutend länger als am übrigen Körper. Die ventrale Entstehung des neuen Peristoms entspricht ganz den Verhältnissen bei den übrigen Heterotrichen; es rückt erst in dem Maße, wie die Abschnürung sich vollendet, an den vorderen Pol

(Taf. 11 Fig. 17—20). Die Ausgestaltung des Peristoms verläuft sofort nach der vollständigen Trennung (Taf. 11 Fig. 19) bei dem hinteren Individuum sehr viel rascher als bei dem vorderen. Leider ist die genaue Verfolgung der Peristombildung mit fast unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft, da das Tier sein Vorderende fortwährend hin und her schiebt, und die Wimperspirale in schlängelnden Bewegungen rasch dahin spielt. Meine Taf. 11 Fig. 21 enthält einige Skizzen, die durch Kombination verschiedener Vergrößerungen und Einstellungen entstanden sind. Der Durchschnürungsvorgang dauert etwa $\frac{3}{4}$ Stunden, und 3 Stunden nach seiner Beendigung hat schon der hintere Teilsproßling sein Peristom vollkommen ausgebildet (Taf. 11 Fig. 22); er streckt sich meist lang aus und liegt strudelnd vor der Hülsmündung (Taf. 11 Fig. 23), schließlich entfaltet er seine großen Trichterlappen auch außerhalb des Gehäuses. Der vordere Teilsproßling hat derweilen sein Peristom gar nicht vervollständigt, selbst der Mund fehlt noch, so daß im Gegensatz zu jenem eine Nahrungsaufnahme unmöglich ist, doch hat er zuweilen bei der Teilung einige Nahrungsballen mitbekommen. Er kontrahiert sich meist walzen-, oft kugelförmig und erscheint demzufolge kleiner und dunkler gefärbt. In diesem Stadium verharret der Teilungsvorgang am längsten, man findet es ungleich häufiger als die vorhergehenden; — kein Wunder, daß MÖBIUS' Untersuchungen gerade hier einsetzten, und daß er infolge seiner Unkenntnis der vorangegangenen Geschehnisse von dem ihm sich anbietenden Anblick auf falsche Vermutungen geführt wurde. Auch von den Kernvorgängen konnte er nichts berichten, denn alsbald nach der vollständigen Durchschnürung (Taf. 11 Fig. 20, 19) erfolgt die Gliederung des bandförmig wieder ausgewachsenen Hauptkerns, so daß die beiden Teilsproßlinge stets perlschnurförmige Kerne aufweisen. An lebenden Exemplaren ist die vor sich gehende Gliederung leider nicht zu beobachten und im Präparat — da sie sehr schnell erfolgt — nur durch einen Zufall anzutreffen. Daher ist auch nicht zu unterscheiden, ob die Gliederung in der ganzen Ausdehnung dieses Kernbandes gleichzeitig erfolgt, wie es für einige andere Stentorinen nachgewiesen sein soll, oder ob sie sukzessive vor sich geht, wie z. B. bei den Oxytrichinen. Es dauert nun mehrere Stunden bis zu einem ganzen Tage, ehe der in der Entwicklung zurückgebliebene vordere Teilsproßling, der nicht wie der hintere mit der Hülse verwachsen ist, diese verläßt und frei hinausschwärmt (Taf. 11 Fig. 24). Dabei zieht sich der letztere in das Gehäuse zurück, um die Öffnung freizugeben, aber so oft ich auch diesen Vorgang

beobachtete, fand ich ihn doch niemals in der von MÖBIUS (95) gezeichneten Weise (Fig. 15, 16) hufeisenförmig, mit eingezogenem Peristom, am Grunde desselben kontrahiert. Auch wies der ausschwärmende Sprößling in keinem Fall einen derartigen „Nabelstrang“ auf, wie ihn MÖBIUS (Fig. 17, 18) angibt, und der nach den geschilderten Vorgängen auch unerklärlich wäre. Aber MÖBIUS konnte ihn bei seiner Theorie von „Mutter- und Tochterindividuen“ wohl verwerten. Auch die in den Fig. 19, 20 gezeichnete Einfurchung am vorderen Körperpol, welche die erste Anlage der beiden Peristomlappen voneinander trennt, habe ich nicht in dieser Weise, und vor allem niemals vor der Festsetzung des Sprößlings beobachtet. Während seines erranten Lebens behält er die Primitivanlage der typischen Stentoren-Mundspirale, ohne daß auch nur eine trichterförmige Einsenkung sich zeigte, vielmehr erscheint der Mund meist noch etwas erhaben. Der Körper des „Sprößlings“ ist langgestreckt walzenförmig, drehrund und etwa $85\ \mu$ lang. Er kann sich kugelig kontrahieren, vor allem beim Auftreffen auf Hindernisse, bewegt sich aber meist gerade gestreckt, bald schneller, bald langsamer und wie es scheint unter Achsenrotation; die Umwendung geht zuweilen, vorausgesetzt, daß die Platte genügend mit Wasser bedeckt ist, über Kopf vor sich. Der vordere Körperpol erscheint etwas dunkler gefärbt, er trägt genau terminal die Peristomplatte mit der Spirale, die noch keine „Wimperschnur“ tiefer ins Innere des Körpers hineinsendet. Das freischwimmende Leben dauert nur kurze Zeit, oft nur Stunden; ich konnte durchweg ein und dasselbe Individuum vom Ausschlüpfen aus der alten Hülse bis zum Festsetzen verfolgen. Das Tier bewegt sich zu dem Ende zunächst längere Zeit auf derselben Stelle, liegt dann allmählich ganz still und ruhig; es streckt sich etwas in die Länge, verbreitert sich, flacht sich ab, erhält wellige Konturen und wird zugleich heller. Doch behält es meist eine dichtere Streifung und demgemäß dunklere Färbung in der Mediane und besonders am Peristom. Dieses stülpt sich nach innen ein (Taf. 11 Fig. 25) und beginnt seine weitere Ausgestaltung. Als bald zeigt es in der Seitenansicht eine Einfurchung, und zugleich wächst die Wimperspirale in das Entoplasma hinein, wohl durch die trichterförmige Einstülpung des Peristoms bedingt, was sich nicht direkt verfolgen läßt. Nach etwa 1 bis 2 Stunden stülpt sich die Peristompartie wieder heraus, nun bereits deutlich zweilappig erscheinend, aber natürlich noch nicht voll entfaltet (Taf. 11 Fig. 26). Seine eigentliche Gestalt und Größe erhält das Peristom erst durch allmähliches Längenwachstum der

Trichterlappen. Ehe das aber vor sich geht, beginnt schon die Gehäuseabscheidung, — etwa 2 bis 3 Stunden nach der Festsetzung. Man sieht urplötzlich rings um das Tier in einigem Abstand von dem Körper eine feine Linie auftreten, die sich langsam verdickt und sich bald als eine glasklare Hülse darstellt. Der eigentliche Hals fehlt noch, wie auch MÖBIUS richtig beobachtete, und es ist wahrscheinlich, daß seine Substanz von den Peristomlappen abgeschieden, und seine Form durch deren Ausgestaltung bedingt wird. Auch das geschieht relativ schnell, und wieder einige Stunden später streckt das neue Individuum seine Trichterlappen strudelnd aus dem fertigen Gehäuse heraus.

Erwähnenswert ist die zuweilen vorkommende Doppelteilung (Taf. 11 Fig. 27). In zwei Fällen habe ich beobachtet, daß nach der ersten Querteilung, die zur Bildung zweier Individuen führte, das vordere Teilstück sich nochmals durchschnürte, so daß jetzt drei Individuen in einer Hülse lagen. Das ursprüngliche hintere Teilstück, das mit dem Gehäuse verwachsen blieb, gestaltete sich in der geschilderten Weise wieder typisch aus, und die beiden „Sprößlinge“ schlüpften alsbald nacheinander aus, um sich neue Hülsen zu bauen. Wenn MÖBIUS schon solche Stadien gefunden hätte, würde er sie sicher als „Zwillingsgeburten“ bezeichnet und zur festeren Begründung seiner Theorie von den „protozoisch unentwickelten Keimen“ verwendet haben. Davon kann natürlich nach meinen ganzen Schilderungen keine Rede sein.

Die Teilung ist bisher der einzige bekannte Fortpflanzungsvorgang der Folliculinen. Es gilt nun noch die geschlechtlichen Vorgänge aufzuklären, deren Vorkommen wohl wahrscheinlich ist.¹⁾ Ich habe systematisch nach Conjuganten gesucht und auch durch Variation der Lebensbedingungen (wogegen die Tiere aber sehr empfindlich und wenig widerstandsfähig sind) „Conjugationsepidemien“ hervorzurufen versucht, — aber leider stets vergeblich, möglicherweise wegen zu geringen Alters meiner Kulturen. Bei den Stentoren liegt ja bekanntlich eine analoge Materialschwierigkeit vor, daher über die Conjugation dieser doch so überaus oft untersuchten Tiere bisher auch nur zwei eingehendere Arbeiten

¹⁾ Der Vorgang der Conjugation würde die Existenz von freischwimmenden erwachsenen Folliculinen voraussetzen, die jedoch bisher von keinem Beobachter erwiesen werden konnte. Letzten Endes wäre auch die Möglichkeit nicht von vornherein abzuweisen, daß Autogamie vorläge, etwa in der Weise, daß durch wechselseitige Verschmelzung der ja zu mehreren vorhandenen Nebkerne die in der Conjugation erfolgende „Verjüngung“ ersetzt würde.

vorliegen, nämlich von CL. HAMBURGER (65, 1908) und W. MULSOW (100, 1913). Vielleicht lassen sich hieraus gewisse Analogien für die zu erwartenden Verhältnisse bei den Folliculinen entnehmen. Die conjugierenden Ciliaten pflegen ja mit der Mundregion zu verwachsen, speziell die Heterotrichen ursprünglich mit der ganzen Fläche ihrer Peristomfelder, allerdings nur wenn diese lang und schmal sind (*Blepharisma*, *Spirostomum*, *Balantidium*). Je breiter und kürzer die Peristomfelder werden, um so beschränkter ist auch die Ausdehnung der verwachsenden Regionen; so verwachsen die Stentoren nur noch mit dem linken Teil ihrer Peristomfelder, wobei die Tiere im spitzen Winkel, oft auch parallel zueinander liegen. Hoffentlich gelingt es bald die entsprechenden Verhältnisse bei den Folliculinen dieser Entwicklungsreihe anzufügen.

Literaturverzeichnis.

Die im Text angezogenen Spezialarbeiten sind alphabetisch nach den Autorennamen geordnet. Ihnen sind die kennzeichnenden Nummern aus meiner Dissertation belassen.

- 2) G. BALBIANI: Du rôle des organes générateurs dans la division spontane des infusoires ciliées. Journ. Physiol. T. 3, 1860.
- 3) —: Les Protozoaires. Journal de Micrographie T. 5, 1881.
- 4) —: Sur les régénérations successives du péristome comme caractère d'âge chez les Stentors et sur le rôle du noyau dans ce phénomène. Zool. Anz. Bd. 14, 1891.
- 5) C. A. BARRETT: On new tube-dwelling Stentor. Monthly micr. journ. Vol. 3, 1870 (unzugänglich).
- 7) BORY DE ST. VINCENT: Encyclopédie méthodique. Zoophytes. Paris 1824.
- 14) O. BÜTSCHLI: Protozoa. BRONNS Kl. u. Ordn. I. Bd. 3 Infusoria, 1887/89.
- 19) E. CLAPARÈDE et J. LACHMANN: Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Mém. Inst. Genève T. 5—7, 1858/61.
- 22) E. v. DADAY: Ein kleiner Beitrag zur Kenntnis der Infusorienfauna des Golfs von Neapel. Mitteil. d. Zool. Stat. Neapel Bd. 6, 1886.
- 26) C. DONS: Folliculinastudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 27, 1912.
- 30) CHR. G. EHRENBURG: Die Infusionstiere als vollkommene Organismen. Text u. Atlas. Leipzig 1838.
- 33) TH. W. ENGELMANN: Contraktilität u. Doppelbrechung. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 11, 1875.
- 34) G. ENTZ: Über Infusorien des Golfs von Neapel. Mitteil. d. Zool. Stat. Neapel Bd. 5, 1884.
- 35) M. FABRE-DOMERGUE: Note sur les Infusoires ciliées de la Baie de Concarneau. Journ. de l'Anat. et Physiol. 1885.
- 43) J. GIARD: Sur les Infusoires du genre Freya. Bull. Sc. Dép. Nord (2) 1883. (unzugänglich).
- 55) O. GRIMM: Zur Kenntnis der Fauna des finnischen Meerbusens. Arb. d. Petersb. Naturf. Ges. Bd. 8, 1877 (russisch).
- 61) A. GRUBER: Die Protozoen des Hafens von Genua. Nova Acta Akad. Leopold. Carolin. Bd. 46, 1884.
- 65) CL. HAMBURGER: Zur Kenntnis der Conjugation von Stentor coeruleus usw. Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 90, 1908.
- 67) CL. HAMBURGER u. W. v. BUDDENBROCK: Nordische Ciliata. Nordisches Plankton XIII, 1911 (Lieferung 15).
- 72) W. S. KENT: A Manual of Infusoria. London 1880/82.
- 73) P. KRAMP: Report on the Hydroids. Danmarksexpeditionen til Grönlands Nordostkyst. Bd. V, 7, 1911.
- 74) H. LAACKMANN: Zur Kenntnis der heterotrichen Infusoriengattung Folliculina. Deutsche Südpolarexpedition Bd. 12, Zool. IV, 1910.
- 77) J. B. LAMARCK: Histoire naturelle des animaux sans vertèbres (II). Paris 1816.
- 79) J. LEIDY, Proceedings of the Acad. of Nat. Hist. Philadelphia, 1859.

- 81) K. M. LEVANDER: Materialien zur Kenntnis der Fauna in d. Umgebung von Helsingfors usw. 1. Protozoa. Acta pro fauna et flora fennica, Bd. 12, 1894.
- 86) H. NIC. MAIER: Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2, 1903.
- 90) C. MERESCHKOWSY: Studien über die Protozoen des nördlichen Rußlands (deutsch). Arch. f. mikr. Anat. Bd. 16, 1879. (Eine ausführlichere russische Arbeit erschien 1877).
- 92) H. A. MEYER u. K. MÖBIUS: Fauna der Kieler Bucht (Einleitung zum Bd. I, Opisthobranchia p. XVI). Leipzig 1865.
- 93) K. MÖBIUS: Über den Bau der adoralen Spirale hetero- und hypotricher Infusorien usw. Biol. Centralbl. Bd. 6, 1886.
- 95) —: Das Flaschentierchen *Folliculina ampulla*. Abhandl. d. naturwiss. Vereins in Hamburg Bd. 10, 1888. 7
- 97) —: Bruchstücke einer Infusorienfauna der Kieler Bucht. Arch. f. Naturgesch. Bd. 54, 1. Berlin 1888.
- 99) O. FR. MÜLLER: Animalcula infusoria fluviatilia et marina. Op. posth. cura O. Fabricii. Hafniae 1786.
- 100) W. MULSOW: Die Conjugation von *Stentor coeruleus* u. *St. polymorphus*. Arch. f. Protistenk. Bd. 28, 1912/13.
- 104) S. PEREJASLAWZEWA: Protozoen des Schwarzen Meeres. Abhandl. d. naturwiss. Naturf. Ges. Odessa Bd. 10, 1885.
- 115) J. VAN REES: Protozoaires de l'escault de l'est. Tijdschr. d. Nederl. Dierk. Vereenig. Suppl. D. I, Aufl. 2, 1884.
- 140) FR. STEIN: Der Organismus der Infusionstiere II: Darstellung der neuesten Forschungsergebnisse über Bau, Fortpflanzung und Entwicklungsgeschichte der Infusionstiere. Spez. Naturgesch. der heterotrichen Infusorien. Leipzig 1867.
- 141) V. STERKI: Beiträge z. Morphologie d. Oxytrichinen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 31, 1878.
- 145) E. v. VANHÖFFEN: Fauna und Flora Grönlands. Aus Drygalsky, Grönland Exped. 1898.
- 149) H. WALLENGREN: Zur Kenntnis des Neubildungs- und Resorptionsprozesses bei der Teilung der hypotrichen Infusorien. Zool. Jahrb., Abt. Morph., Bd. 15, 1901.
- 152) STR. WRIGHT: Description of new Protozoa etc. Edinb. n. philos. Journ. Bd. 7, 1858; Bd. 10, 1859 u. später.

Tafelerklärung.

Alle mikroskopischen Zeichnungen sind ausgeführt an einem SEIBERT-Mikroskop mit den Achromat-Objektiven I, III, V, und den HUYGHENS'schen Ocularen 1, 3, mit Hilfe eines einfachen ABBE'schen Zeichenapparates.

(Die in Paranthese gesetzten Nummern der Abbildungen beziehen sich auf meine Dissertation.)

Tafel 10 (IV).

Fig. 1 (33). *Folliculina ampulla*, völlig entfaltet. Etwas schematisiert. Vergr. 500. (r = rechts, l = links, p = Peristomeck, o = Mund, a = After, x-y Lage der hypothetischen BALBIANI'schen Teilungsebene, vgl p. 166).

Fig. 2 (34). *Foll. elegans*. Habitusbild nach Angaben früherer Beobachter. Vergr. 320.

Fig. 3 (35). *Foll. spirorbis* nach DONS. Vergr. 250.

Fig. 4 (36). *Foll. producta* nach WRIGHT. Vergr. 200.

Fig. 5 (37). *Foll. hirundo* nach KENT. Vergr. 200.

Fig. 6 (38). *Foll. telesto* nach LAACKMANN. Vergr. 250.

Fig. 7 (39). *Foll. melitta* LAACKM. aus DONS. Vergr. 200.

Fig. 8 (40). *Stentor auricula* nach KENT. Vergr. 120.

Fig. 9 (41). *Stentor auricula* nach DADAY. Vergr. 180.

Fig. 10 (42). *Foll. ampulla*. Verlauf der Wimperspirale nach MÖBIUS. Vergr. 250.

Fig. 11 (43). *Foll. ampulla*. Verlauf der Wimperspirale nach eigenen Beobachtungen. Schematisiert. Vergr. 500.

Fig. 12. (44). *Foll. ampulla*. Blick von oben auf das Peristom. (Nach dem Leben.) Vergr. 450.

Tafel 11 (V).

Fig. 13 (45). *Foll. ampulla*. Sechsgliedriger Hauptkern, fünf Nebenkerne. (Nach e. Präparat.) Vergr. 320.

Fig. 14 (46). *Foll. ampulla*. Zweigliedriger Hauptkern. (Nach e. Präparat.) Vergr. 320.

Fig. 15 (47). *Foll. ampulla*. Hauptkern kugelig konzentriert. (Nach e. Präparat.) Vergr. 320.

Fig. 16 (48). *Foll. ampulla*. Hauptkern gestreckt lang bandförmig. (Nach e. Präparat.) Vergr. 320.

Fig. 17 (49). *Foll. ampulla*. Querteilung. Einschneiden der Furche. (Nach dem Leben.) Vergr. 320.

Fig. 18 (50). *Foll. ampulla*. Vorgeschrittenes Teilungsstadium. (Nach dem Leben.) Vergr. 320.

Fig. 19. (51). *Foll. ampulla*. Soeben vollendete Durchschnürung. (Nach dem Leben. Kerne nach e. Präparat ergänzt.) Vergr. 320.

Fig. 20 (52). *Foll. ampulla*. Teilung des Hauptkerns. (Kombiniert nach Präparat und Leben.) Vergr. 320.

Fig. 21 (53). *Foll. ampulla*. Studien zur Peristombildung. (Nach dem Leben.) Vergr. 320.

Fig. 22 (54). } *Foll. ampulla*. Fortschreitende Entwicklung des hinteren
Fig. 23 (55). } Teilspröhlings, während der vordere in der alten Hülle
verharret. (Nach dem Leben.) Vergr. 320.

Fig. 24 (56). *Foll. ampulla*. Ausschlüpfen des vorderen Teilspröhlings. (Nach dem Leben.) Vergr. 320.

Fig. 25 (57). *Foll. ampulla*. Festsetzen des erranten Spröhlings. (Nach dem Leben.) Vergr. 450.

Fig. 26 (58). *Foll. ampulla*. Soeben erfolgte Gehäuseabscheidung. (Nach dem Leben.) Vergr. 450.

Fig. 27 (59). *Foll. ampulla*. Ein Fall der Doppelteilung. (Nach dem Leben.) Vergr. 320.

Fig. 28 (60). *Lagynus ocellatus* DADAY. (Nach CLAPAREDE und LACHMANN Jugendstadium von *Folliculina*.) Vergr. 600.

Fig. 29 (61). WRIGHT's „Schwärmer“ als Fortpflanzungsstadien der *Folliculina* Vergr. 200

Nachdruck verboten.

Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Hygienischen Institut Frankfurt a. M.)

Amöbenzucht auf reinem Boden.

Von

Dr. Rud. Oehler, Frankfurt a. M.

(Hierzu Tafel 12.)

Obwohl schon seit geraumer Zeit gezeigt wurde, wie man Amöben auf Reinkulturen von Bakterien züchten kann¹⁾, ²⁾, ³⁾, so ist doch das Verfahren von denen, welche Amöben zwecks morphologischer Forschung züchteten, wenig angewendet worden. WASIELEWSKI und KÜHN⁴⁾ haben das Verfahren TSUJITANI's und MOUTON's aufgenommen und haben ihre Amöben auf *Coli*- und *Fluorescens*-Reinkulturen gezüchtet. Sonst aber haben die meisten Untersucher sich dahin ausgesprochen, daß das für morphologische Zwecke nicht nötig sei.

Ich kann, nachdem ich bei 5 Amöbenarten die Zucht auf verschiedenen Bakterien-Reinkulturen auf längere Zeit hin durchgeführt habe, bestätigen, daß morphologisch an den Amöben für gewöhnlich nicht viel geändert wird, ob sie auf dieser oder jener Bakterienunterlage wachsen. Zudem aber zeigte es sich, daß die ohne Rücksicht auf Bakterienreinheit in gangbarer Weise von Agarplatte zu Agarplatte überimpften Amöbenkulturen eine bestimmte

¹⁾ FROSC: Centralbl. f. Bakt., Abt. I, Bd. 21 1897 p. 926.

²⁾ TSUJITANI: Centralbl. f. Bakt., Abt. I, Bd. 24 1908 p. 666.

³⁾ MOUTON: Recherches sur la digestion chez les amibes. Annales Inst. Pasteur Bd. 16 1902.

⁴⁾ WASIELEWSKI und KÜHN: Untersuchungen über Bau und Teilung des Amöbenkerns, Zoolog. Jahrb. Bd. 36 1914 p. 253—326.